

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGUKURAN KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI UPPER DI
PT. EID DENGAN METODE RANKED POSITIONAL WEIGHT (RPW)
UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN PRODUKTIVITAS KERJA**



Disusun Oleh :

Nama : Lina Nofita Sari

NIM : 131020700079

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

2018

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGUKURAN KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI *UPPER* DI PT. EID DENGAN METODE *RANKED POSITIONAL WEIGHT* (RPW) UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN PRODUKTIVITAS KERJA

Laporan Tugas Akhir
Program Studi Teknik Industri

Diajukan Oleh:

Nama : Lina Nofita Sari

Nim : 131020700079

Disahkan Oleh:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Boy Isma Putra', is positioned above the printed name.

Boy Isma Putra. ST.,MM

NIK :201193

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Lina Nofita Sari
Tempat, Tanggal lahir : Jombang, 25 September 1989
NIM : 131020700079
Fakultas / Program Studi : Teknik / Teknik Industri

Menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul “Pengukuran Keseimbangan Lintasan Produksi Upper Di PT. EID Dengan Metode *Ranked Positional Weight* (RPW) Untuk Meningkatkan Efisiensi Dan Produktivitas Kerja” ini adalah benar – benar hasil karya saya sendiri dan bukan tugas akhir atau karya ilmiah orang lain, baik sebagian maupun keseluruhan, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila pernyataan ini tidak benar saya bersedia mendapatkan sanksi sebagaimana mestinya.

Sidoarjo, 14 Februari 2018

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



Boy Isma Putra, ST., MM

Penulis



Lina Nofita Sari

Lembar Pengesahan Tugas Akhir
Tugas Akhir Disusun Untuk Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana (ST)
di
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

PENGUKURAN KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI UPPER DI
PT. EID DENGAN METODE *RANKED POSITIONAL WEIGHT* (RPW)
UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN PRODUKTIVITAS KERJA

Oleh :

LINA NOFITA SARI

NIM: 131020700079

Tanggal Ujian : 6 Maret 2018

Periode Wisuda : April 2018

Disetujui oleh :

1. Boy Isma Putra, ST.,MM
NIK : 201193

(Pembimbing)

(.....)

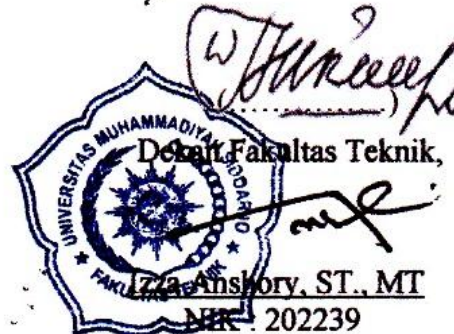
2. Tedjo Sukmono, ST.,MT
NIK : 205264

(Penguji 1)

(.....)

3. Ir. Wiwik Sumarmi, MT
NIP : 195808151994032003

(Penguji 2)



**PENGUKURAN KESEIMBANGAN LINTASAN PRODUKSI *UPPER* DI
PT. EID DENGAN METODE *RANKED POSITIONAL WEIGHT* (RPW)
UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN PRODUKTIVITAS KERJA**

Nama : Lina Nofita Sari
NIM : 131020700079
Pembimbing : Boy Isma Putra, ST., MM.

ABSTRAK

Dewasa ini teknologi membawa banyak pengaruh yang menghadapkan perindustrian berada pada tingkat persaingan sangat tinggi sehingga perusahaan dituntut untuk lebih produktif. Perusahaan yang memiliki tingkat produktivitas yang baik dapat mempertahankan eksistensinya dan berkembang menjadi perusahaan yang lebih besar. Dalam pelaksanaannya memerlukan bahan baku, komponen, mesin atau alat produksi, energi serta melibatkan tenaga kerja dalam tingkat kualitas yang lebih tinggi dan kuantitas yang lebih besar. Pada PT. EID seringkali terjadi permasalahan pada bagian produksi yaitu adanya pembagian beban kerja dan kapasitas mesin atau operator pada proses perakitan pada masing-masing stasiun kerja tidak seimbang sehingga menghambat proses produksi. Hal tersebut tentunya memerlukan suatu pendekatan sistematis untuk pemecahan masalahnya.

Metode keseimbangan lintasan (*Line Balancing*) digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada proses produksi, dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan PT. EID dapat mengevaluasi lintasan produksi untuk menurunkan tingkat fleksibilitas rantai produksi yang berpengaruh pada *output* produksi yang dihasilkan. Penyeimbangan lintasan perakitan dilakukan dengan menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dari hasil pengolahan data-data aliran proses produksi, waktu tiap-tiap proses produksi dan jumlah output yang dihasilkan dalam kurun waktu tertentu untuk meminimalkan *bottleneck* serta mendapatkan stasiun kerja yang efektif guna meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja.

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa metode *Ranked Positional Weight* dapat mereduksi jumlah stasiun kerja dari 36 stasiun menjadi 34 stasiun kerja. Dapat meminimalkan jumlah operator dari 45 operator menjadi 40 operator. Dan meningkatkan keseimbangan lintasan produksi dengan tingkat efisiensi sebesar 91,9%, *balance delay* sebesar 8,1% dan *Idle time* sebesar 169,31 detik. Perhitungan nilai tersebut mempunyai hasil yang lebih efektif dan efisien dari pada kondisi sebelumnya.

Kata Kunci : *Line Balancing*, *Ranked Positional Weight* (RPW), *Bottleneck*, Efisiensi Kerja, Produktivitas Kerja.

**THE MEANSUREMENT OF LINE BALANCING OF UPPER
PRODUCTION IN PT. EID BY USING RANKED POSITIONAL WEIGHT
(RPW) METHOD TO IMPROVE EFFICIENCY AND WORK
PRODUCTIVITY**

Name : Lina Nofita Sari

Student ID Number : 131020700079

Advisor : Boy Isma Putra, ST., MM.

ABSTRACT

Today, technology brings a lot of influence to the industry at a high level of competition, then companies are required to be more productive. Companies that have a good level of productivity can maintain their existence and grow into the larger companies. In practice it requires raw materials, components, machines, or tools of production, energy as well as involving the workforce in a higher level of quality and greater quantity. At PT. EID is often a problem in the production section is the division of workload and machine capacity or the operator on the assembly process at each workstation is not balanced and inhibits the process of production. It certainly requires a systematic approach to problem solving.

The Line Balancing method is used to solve the problems that occur in the process of production, with this research is expected PT. The EID can evaluate the line of production to decrease flexibility that affects the output of production. The assembly line balancing is done by using Ranked Positional Weight (RPW) method from flow the data of process production, the time of each production process and the amount of output produced within a certain time frame to minimize bottlenecks and get the effective work station to increase efficiency and work productivity.

The calculation result after using the Ranked Positional Weight can b

Keywords : Line Balancing, Ranked Positional Weight (RPW), Bottleneck, Work Efficiency, Work Produktivity .

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, anugerah dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul “ Pengukuran Keseimbangan Lintasan Produksi Upper Di PT EID Dengan Metode Ranked Positional Weight (RPW) Untuk Meningkatkan Efisiensi Dan Produktivitas Kerja”.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hambatan-hambatan yang terjadi pada tiap-tiap stasiun kerja yang berpengaruh terhadap ketidakseimbangan lintasan produksi dan untuk melakukan usulan perbaikan didalamnya. Proposal ini merupakan bagian awal dari tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Teknik. Sebagai wujud terima kasih kami sampaikan kepada :

1. Izza Anshory, ST., MT, selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
2. Atikha Sidhi Cahyana, ST., MT, selaku Kaprodi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
3. Boy Isma Putra, ST., MM, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan serta bimbingannya pada proses tugas akhir.
4. Dan semua pihak yang telah membantu, mendukung serta kerja samanya dalam penyelesaian laporan ini.

Penulis berharap hasil penelitian tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Penulis menyadari bahwa laporan proposal tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan koreksi dan saran yang bersifat membangun untuk menjadi perbaikan di masa yang akan datang.

Sidoarjo, 10 Februari 2018

Lina Nofita Sari

DAFTAR ISI

JUDUL PENELITIAN.....	
ABSTRAK	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Manufaktur (<i>Manufacturing</i>)	5
2.2 Sistem Produksi.....	5
2.3 Pengukuran Waktu Kerja	7
2.4 Keseimbangan Lintasan (<i>Line Balancing</i>)	17
2.5 Produktivitas.....	22
2.6 Penelitian Terdahulu	24
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1 Tahap Identifikasi.....	27
3.2 Tahap Pengumpulan Data	28
3.3 Tahap Pengolahan Data.....	29
3.4 Tahap Analisis Data	30
3.5 Penarikan Kesimpulan.....	31
3.6 Kerangka Penelitian.....	31

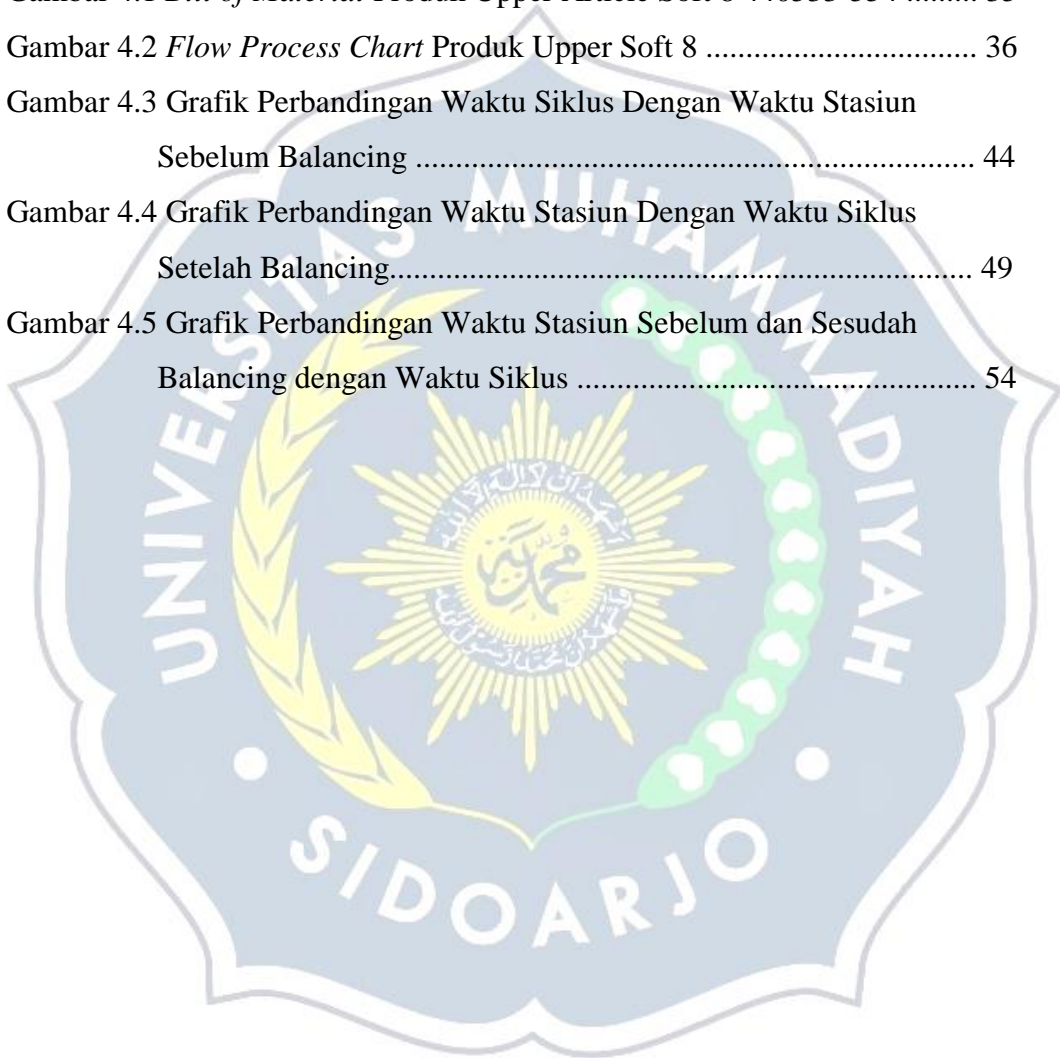
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Pengumpulan Data Sekunder	33
4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan	33
4.1.2 Misi dan Visi Perusahaan	33
4.2 Pengumpulan Data Primer	34
4.2.1 Ruang Lingkup Produksi	34
4.3 Pengolahan Data	35
4.3.1 Data Dalam Menentukan Waktu Standart	35
4.3.2 Data Penyeimbangan Lintasan Proses Pengerjaan Upper...	39
4.4 Analisa Data	49
4.4.1 Analisa Terhadap Jumlah Stasiun	49
4.4.2 Menentukan Tingkat Pencapaian <i>Line Efficiency</i> dan <i>Balance Delay</i>	50
4.4.3 Analisa Terhadap Produktivitas	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Penyesuaian Menurut <i>Schummard</i>	14
Tabel 2.2 <i>Performance Rating</i> Menurut <i>Westing House</i>	15
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu	24
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	30
Tabel 4.1 Pembagian Jam Kerja PT EID	32
Tabel 4.2 Data Stasiun Kerja Awal	33
Tabel 4.3 Faktor Penyesuaian Tiap Operasi	37
Tabel 4.4 Faktor Kelonggaran Kerja	38
Tabel 4.5 Data Stasiun Kerja Awal (Belum Diseimbangkan)	40
Tabel 4.6 Precedence Diagram Operasi Pengerjaan Upper soft 8 440533-554	44
Tabel 4.7 Pembobotan Posisi Pada Setiap <i>Work Station</i> Dengan Metode <i>Ranked Positional Weight</i>	46
Tabel 4.8 Komposisi Stasiun Kerja Setelah Dibalancing dengan Menggunakan Metode <i>Ranked Positional Weight</i>	47
Tabel 4.9 Balance Delay dan Efisiensi Lintasan Pada Kondisi Awal dan Setelah Diseimbangkan	51
Tabel 4.10 Efisiensi Setiap Stasiun Kerja Setelah Balancing	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Elemen-elemen Permasalahan Keseimbangan Lintasan	18
Gambar 2.2 Contoh Precedence Diagram	20
Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian	31
Gambar 4.1 <i>Bill of Material</i> Produk Upper Article Soft 8 440533-554	35
Gambar 4.2 <i>Flow Process Chart</i> Produk Upper Soft 8	36
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Waktu Siklus Dengan Waktu Stasiun Sebelum Balancing	44
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Waktu Stasiun Dengan Waktu Siklus Setelah Balancing.....	49
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Waktu Stasiun Sebelum dan Sesudah Balancing dengan Waktu Siklus	54



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.....	60
Lampiran 2.....	61
Lampiran 3.....	62



BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab 1 ini akan menjelaskan beberapa konsep sebagian dasar dari penelitian yang akan dilakukan. Adapun konsep yang akan dijelaskan adalah latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, sistematika penulisan laporan.

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini perindustrian dalam tingkat persaingan sangat tinggi sehingga sebuah perusahaan dituntut untuk lebih produktif. Pada tingkat produktivitas yang memadai dari waktu ke waktu, sebuah perusahaan dapat mempertahankan eksistensinya dan berkembang menjadi perusahaan yang besar. Hal ini dikarenakan industri dimanfaatkan sebagai suatu sektor yang menyediakan barang kebutuhan dalam negeri maupun kebutuhan ekspor. Oleh karena itu, sejumlah konsep industri mengenai *manufacturing* mulai berkembang. Industri manufaktur dikenal sebagai *fabricator* karena aktivitas pokoknya melakukan fabrikasi, yaitu membuat berbagai macam produk atau komponen yang kemudian merakitnya menjadi produk akhir atau produk jadi untuk memenuhi kebutuhan konsumen.

PT. EID adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang produksi sepatu dari bahan baku kulit. Dimana seluruh proses pembuatan sepatu mulai dari pembuatan kulit, persiapan bahan baku, pemotongan kulit, persiapan material komponen, pembuatan bagian atas sepatu (*upper*), maupun proses penyuntikan *sole* yang dikenal dengan proses injeksi serta proses *finishing* sepatu dilakukan pada satu wilayah, hanya berbeda departement saja. PT. EID dalam operasionalnya sangat bergantung pada sumber daya manusia yang handal dan profesional dalam pengoperasian mesin produksi untuk menghasilkan output produksi yang diharapkan. Masalah yang sering dihadapi perusahaan adalah kurang seimbangnya pembebanan waktu kerja pada tiap-tiap stasiun kerja sehingga berakibat pada terjadinya *bottleneck* atau area penumpukan. Hal ini sangat mempengaruhi kinerja operator dalam menghasilkan output produksi. Seperti pada departemen pembuatan

upper, dimana pembagian tugas dalam setiap stasiun kerja tidak merata, mengakibatkan terjadinya penumpukan produk setengah jadi di lantai produksi.

Dalam pelaksanaan suatu proses aktivitas pekerjaan dalam proses produksi sangat diperlukan adanya suatu metode yang diharapkan mampu untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas yaitu dengan memperhitungkan faktor-faktor yang mempengaruhi standart pengoperasian pekerjaan tersebut atau dengan lebih memaksimalkan kinerja operator dan mesin produksinya. Proses penyeimbangan lintasan produksi pada serangkaian stasiun kerja perlu dilakukan dengan tujuan membentuk keseimbangan lini dengan mempertimbangkan beban kerja yang dipusatkan pada tiap-tiap stasiun kerja. Apabila tidak dilakukan keseimbangan lintasan maka dapat mengakibatkan ketidakefisienan dan menurunkan tingkat fleksibilitas lantai produksi.

Menurut Wignjosebroto dalam Tuti Sarma (2014) menjelaskan tentang prosedur keseimbangan lini produksi dimaksudkan untuk meminimalkan nilai *balance delay* dari lintasan untuk waktu siklus yang ditetapkan. Nilai ini diharapkan mampu meminimalkan jumlah stasiun kerja sampai seimbang, namun tidak lebih dari nilai waktu siklus.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang diatas, maka beberapa masalah dapat dirumuskan seperti berikut :

1. Bagaimanakah pembebanan waktu kerja pada tiap-tiap stasiun kerja dapat seimbang dalam lintasan lini produksi ?
2. Bagaimana cara menentukan jumlah stasiun kerja yang efektif ?
3. Bagaimana peningkatan efisiensi waktu kerja dengan metode *Ranked Positional Weight* dalam lintasan lini produksi ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini memerlukan batasan masalah sehingga proses penelitian lebih spesifik dan hasil penelitian sesuai dengan yang diharapkan. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain adalah :

1. Penelitian dilakukan di PT. EID pada departement Produksi *Upper*.
2. Menganalisa waktu proses kerja yang mencakup pada keseluruhan proses produksi dalam satu line produksi.

3. Mengulas permasalahan hanya terbatas pada penyeimbangan lini produksi berdasarkan pembagian stasiun kerja yang setara sesuai proses produksi yang ada pada saat dilakukan penelitian. Dan asumsinya yaitu operator dikategorikan memiliki performansi yang baik (sudah terbiasa) dengan metode kerja yang baru.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang dan perumusan masalah di atas, maka penelitian ini dapat ditentukan beberapa tujuan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui penyeimbangan lintasan produksi dalam mendapatkan stasiun kerja yang efektif.
2. Meningkatkan efisiensi lini perakitan dan mendapatkan balance delay yang lebih rendah dengan evaluasi dan perbaikan lintasan produksi.
3. Meningkatkan produktivitas kerja sehingga dapat menentukan waktu penyelesaian suatu pekerjaan secara tepat.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dengan melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

Bagi penulis :

1. Menambah wawasan serta pengetahuan.
2. Peneliti dapat memahami bagaimana mengukur dan menentukan keseimbangan lini produksi sehingga efisiensi dan produktivitas kerja meningkat.

Bagi Perusahaan :

1. Perusahaan dapat melakukan evaluasi dan perbaikan pada lintasan produksinya dengan tujuan untuk mengoptimalkan efisiensi dan produktivitas kerja guna meningkatkan output produksi.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian ini terdiri dari lima bagian yang dapat dipaparkan dalam bab-bab yang sistematis untuk memberikan gambaran yang menyeluruh dan memudahkan dalam memahami penelitian ini.

BAB 1 : PENDAHULUAN

Menjelaskan mengenai latar belakang penelitian yang dideskripsikan dengan menggunakan fakta-fakta yang ada berdasarkan studi awal atau berbagai teori utama yang relevan dan baru sehingga terkait pada suatu persoalan yang kemudian disusun dalam bentuk perumusan masalah. Selanjutnya, tujuan penelitian dan batasan masalah ditentukan dengan spesifik.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan mengenai teori-teori sebagai landasan yang komprehensif mengenai keseluruhan materi yang menyambung dengan permasalahan penelitian untuk menemukan penyelesaiannya. Kajian pustaka didapatkan dari berbagai referensi buku maupun jurnal yang berkaitan dengan tema penelitian ini.

BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan suatu metode atau pendekatan yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan penelitian serta menjelaskan mengenai tahapan penelitian secara rinci, singkat dan jelas.

BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan hasil penelitian yang diawali dengan pengumpulan data-data yang berasal dari pengambilan data langsung di lapangan maupun sumber-sumber terpercaya seperti data perusahaan untuk kemudian dilakukan pengolahan dan analisa data dengan menggunakan metode-metode yang telah ditentukan dalam penelitian. Pembahasan mengenai hasil yang diperoleh berupa penjelasan teori yang disajikan secara kualitatif maupun statistik.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menguraikan mengenai kesimpulan yang harus berdasarkan pada hasil dan pembahasan penelitian yang telah ditulis pada bab sebelumnya yang disesuaikan dengan tujuan penelitian. Selain itu berisi saran yang diusulkan penulis untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini akan menjelaskan beberapa teori sebagai pendukung dari penelitian yang akan dilakukan. Adapun teori pendukung yang akan dijelaskan adalah tentang Manufaktur, Sistem produksi, Pengukuran waktu kerja, Metode yang digunakan dalam penelitian, Produktivitas dan Penelitian terdahulu.

2.1 Manufaktur (*Manufacturing*)

Istilah *manufacturing* berasal dari kata latin yaitu *manu factum* yang memiliki arti dihasilkan dengan tangan. Tempat dimana kegiatan *manufacturing* dilakukan disebut pabrik (*factory*) atau *workshop*. Dalam pengertiannya *Manufacturing* adalah proses mengkonvirmasikan bahan mentah menjadi produk-produk setengah jadi maupun produk jadi melalui beberapa rangkaian kegiatan yang menggunakan energi dengan masing-masing menciptakan perubahan pada karakteristik fisik atau kimia dari bahan tersebut. *International Conference on Production Research* (ICPR) pada tahun 1983 mengartikan *manufacturing* merupakan beberapa rangkaian operasi dan kegiatan yang meliputi perancangan (*design*), pemilihan bahan (*material selection*), perencanaan (*planning*), perakitan (*manufacturing*), penjaminan kualitas (*quality asurance*), serta pengelolaan dan pemasaran produk-produk (*management and marketing if products*) yang saling berhubungan. (Sinulingga.2009)

Pada perkembangan masa sekarang, *manufacturing* diasumsikan sebagai suatu proses yang mengintegrasikan kegiatan dari tiga pihak yaitu pemasok (*supliers*) bahan baku dan jasa yang digunakan dalam proses, perusahaan pengolahan (*manufacturing plants*) dan para pelanggan (*customer*). Industri *manufacturing* berkenaan dengan kegiatan-kegiatan produksi yang menghasilkan barang dalam bentuk produk akhir (*finish good*) ataupun setengah jadi (*work-in-progress*) yang mempunyai nilai pasar atau dapat di jual ke pasar.

2.2 Sistem Produksi

Menurut Nasution (2013), untuk membentuk suatu sistem produksi maka dilakukan fungsi-fungsi produksi dengan baik dalam mengintegrasikan rangkaian kegiatan produksi. Sistem produksi adalah kumpulan dari beberapa sub sistem yang saling berkaitan dengan tujuan mentransformasi input produksi menjadi output produksi. Input produksi ini bisa saja berupa bahan baku, tenaga kerja dan mesin. Namun output produksi dapat berupa produk yang dihasilkan beserta hasil buangnya seperti limbah, informasi dan sebagainya.

Dari beberapa sub sistem tersebut akan membentuk suatu konfigurasi sistem produksi. Keutamaan dari konfigurasi sistem produksi tersebut akan ditentukan oleh produk yang dibuat serta bagaimana proses produksinya.

Proses produksi diartikan dengan suatu serangkaian metode dan teknik untuk menghasilkan atau menambah nilai guna suatu produk dengan memaksimalkan sumberdaya produksi (bahan baku, tenaga kerja, mesin, dan dana) yang ada. Sistem produksi berdasarkan proses menghasilkan output dapat dikategorikan menjadi 2 jenis, yaitu Proses Produksi Kontinyu (*Continuous Process*) dan Proses Produksi Terputus (*Intermittent Process/Discrete System*). Perbedaan yang paling utama antara kedua proses ini ialah pada lamanya waktu untuk *set up* peralatan produksi. Proses produksi kontinyu tidak membutuhkan total waktu *set up* yang lama karena pada proses ini memproduksi secara terus menerus untuk jenis produk yang sama.

Akan tetapi proses produksi terputus membutuhkan total waktu *set up* yang cukup lama karena pada proses ini memproduksi berbagai jenis spesifikasi produk yang sesuai order, sehingga apabila ada pergantian jenis produk yang diproduksi akan memerlukan waktu *set up* yang berbeda. Proses tersebut akan berpengaruh pada layout fasilitas dari peralatan produksi. Setiap unit output memerlukan kesesuaian operasi yang berurutan dari awal sampai akhir pengerjaan sehingga sejumlah mesin dan fasilitas produksi lainnya akan diatur sesuai urutan operasi yang dibutuhkan dalam lintasan produksi. Sehingga urutan dan waktu yang dibutuhkan pada proses operasi pembuatan produk ditetapkan terlebih dahulu. Kemudian menyusun sesuai urutan mesin-mesinnya. Proses produksi ini dapat diaplikasikan pada departemen pembuatan upper pada industri sepatu.

Sistem produksi mempunyai beberapa elemen struktural dan fungsional yang berperan penting untuk mendukung keberlangsungan operasional sistem produksi

itu sendiri. Elemen struktural terdiri dari: material, tenaga kerja, mesin dan peralatan, modal, energi dan informasi. Sedangkan elemen fungsional terdiri dari: supervisi, perencanaan, pengendalian dan kepemimpinan yang berkaitan dengan organisasi dan manajemen. (Suhardi, 2008).

2.3 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja atau *time study* adalah suatu kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator (memiliki *skill* rata-rata dan terlatih baik) dalam menyelesaikan sebuah pekerjaan dalam kondisi dan tempo kerja yang normal. Tujuan utama dari kegiatan ini akan berkaitan erat dengan usaha menetapkan waktu baku (*standart time*). Dalam menghitung dan menetapkan waktu standart dilakukan pendekatan dari bawah ke atas (*bottom-up*) yang diawali dengan mengukur waktu dasar (*basic time*) dari suatu elemen kerja, lalu disesuaikan dengan tempo kerja (*rating performance*) dan ditambahkan dengan kelonggaran-kelonggaran waktu (*allowence time*) seperti melepaskan lelah, kebutuhan pribadi dan antisipasi terhadap *delays* (Wignjosoebroto, 2003).

Penghitungan waktu kerja akan menghasilkan waktu atau *output standart* yang kemudian bermanfaat untuk *man power planning*, estimasi biaya-biaya untuk upah karyawan atau pekerja, penjadwalan produksi dan penganggaran, perencanaan sistem pemberian bonus dan insentif untuk karyawan atau pekerja yang berprestasi, indikasi keluaran (*output*) yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja.

Waktu standart secara definitif dinyatakan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan oleh seorang operator dengan memiliki tingkat kemampuan rata-rata. Waktu standart tersebut sudah termasuk kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi yang semestinya diselesaikan.

2.3.1 Metode Pengukuran Waktu Kerja

Penelitian pengukuran kerja pada dasarnya akan memusatkan pada bagaimana suatu jenis pekerjaan akan diselesaikan. Untuk mendapatkan alternatif metode pelaksanaan kerja yang memberikan hasil paling efektif dan efisien diperlukan penerapan prinsip dan teknik pengaturan cara kerja yang optimal dalam sistem kerja tersebut. Secara sederhana pengukuran kerja dapat didefinisikan

sebagai metode pengukuran keseimbangan antara kegiatan manusia yang berkontribusi terhadap unit output yang dihasilkan (Wignjosuebrotto, 2006).

Dalam teknik pengukuran waktu kerja dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Metode pengukuran secara langsung

Langsung dalam hal ini dapat diartikan sebagai kegiatan pengukuran dalam mendapatkan data pengamatan haruslah dilaksanakan secara langsung di tempat kegiatan yang diamati. Salah satu metode pengukuran kerja secara langsung adalah dengan menggunakan *Direct Stop-Watch Time Study*. Metode tersebut adalah teknik pengukuran kerja dengan bantuan *stop-watch* sebagai alat pengukur waktu untuk penyelesaian suatu kegiatan yang diamati (*actual time*). Waktu yang berhasil diukur dan dicatat kemudian diaplikasikan dengan menghubungkan tempo kerja operator dan *allowences*.

Kegiatan lain yang harus dilakukan selain mencatat waktu adalah mencatat segala informasi yang berhubungan dengan aktivitas yang telah diukur tersebut ke dalam *time study form* seperti layout area kerja, kondisi kerja (kecepatan kerja mesin, gambar produk, dan lain-lain) dan identifikasi faktor-faktor yang dapat memicu adanya penumpukan proses kerja.

Pengukuran dengan sampling kerja juga merupakan metode pengukuran kerja secara langsung. Sampling kerja merupakan suatu aktivitas pengukuran kerja untuk menghitung proporsi waktu yang hilang (*idle/ delay*) selama berlangsungnya siklus kerja. Pengamatan dilakukan secara random untuk beberapa saat tertentu. Setiap kali angka random berhasil diambil dan diinterpretasikan dengan waktu yang sesuai, maka pengamatan bisa segera dilaksanakan berdasarkan waktu-waktu random tersebut. Pengamatan dilakukan sebatas pada memperhatikan apakah dalam proses produksi berlangsung ada aktivitas (kegiatan produktif) atau tidak ada aktivitas (kegiatan tidak produktif).

2. Metode pengukuran secara tidak langsung

Pengertian tidak langsung dalam hal ini dimaksudkan bahwa kegiatan pengukuran untuk memperoleh data pengamatan tidak harus dilaksanakan secara langsung di tempat kegiatan yang ingin diukur. Sering dijumpai bahwa suatu aktivitas berulang kali dilaksanakan dalam suatu kegiatan produksi. Dalam hal ini

tidak perlu dilakukan *time study* secara mendetail untuk setiap aktivitas yang harus dilaksanakan, melainkan cukup dilakukan *time study* sekali dan kemudian data mengenai elemen-elemen aktivitas tersebut dicatat, dihitung dan disimpan dalam sebuah standard data file untuk analisa selanjutnya.

2.3.2 Pengukuran Waktu Standart Dengan Metode Studi Waktu

Penentuan waktu standart merupakan gagasan penting untuk perencanaan proses produksi dan studi waktu adalah salah satu cara yang sering digunakan untuk menentukan waktu standar tersebut. Studi waktu dapat dilakukan dengan menggunakan *stop watch* sebagai alat bantu untuk mengamati waktu tugas.

Waktu standart ditentukan berdasarkan pengamatan terhadap seorang pekerja atau operator yang melaksanakan siklus kerjanya berulang-ulang pada setiap job station nya. Setelah ditetapkan, waktu standart tersebut diberlakukan bagi seluruh pekerja lain yang melaksanakan pekerjaan serupa. Pekerja yang diamati diasumsikan sebagai pekerja yang terlatih tentang operasi kerja yang sedang dilaksanakan dengan menggunakan metode yang sesuai. (Suhardi.2008).

Menurut Purnomo (2004), waktu standart dapat digunakan sebagai dasar untuk analisis lainnya, antara lain :

- 1) Menentukan perencanaan dan jadwal kerja.
- 2) Menentukan biaya standart yang terkait sebagai alat bantu dalam mempersiapkan anggaran.
- 3) Estimasi biaya produk sebelum proses produk berlangsung.
- 4) Menentukan efektivitas mesin sesuai dengan yang diinginkan.
- 5) Menentukan waktu standart yang dapat digunakan sebagai dasar untuk upah intensif tenaga kerja langsung dan tidak langsung.
- 6) Menentukan waktu standart yang dapat digunakan sebagai dasar untuk pengawasan biaya tenaga kerja.

2.3.3 Prosedur Dalam Melakukan Studi waktu

Untuk menentukan waktu standar atau waktu baku yang wajar dalam setiap operasi, maka harus diperhatikan kondisi kerja, operator, cara pengukuran, jumlah pengukuran dan lain-lain. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam menentukan waktu standar adalah sebagai berikut (Suhardi. 2008) :

1. Pencatatan Informasi

Menentukan pekerjaan yang diamati dengan terlebih dahulu mencatat segala informasi mengenai operasi dan operator secara lengkap dengan memberi tahu operator tersebut tentang tujuan dilakukan studi. Langkah tersebut diperlukan agar pekerja yang diamati tidak berfikir kontras melainkan malah membantu pengamatan.

2. Pengukuran dan Pencatatan Waktu Elemen Kerja

Pengukuran waktu elemen kerja dilakukan dengan menggunakan *stop watch*. Langkah-langkah yang dibutuhkan dalam melaksanakan pengukuran adalah dengan menetapkan tujuan pengukuran, melakukan penelitian pendahuluan, memilih operator dan melatih operator. Hasil dari pengukuran waktu selanjutnya dicatat pada lembar pengamatan. Pengukuran dan pencatatan elemen kerja ini nantinya akan berpengaruh pada menentukan waktu normal dengan memberi faktor penyesuaian terhadap waktu siklus. Untuk menghasilkan waktu standar (waktu baku) diperlukan adanya faktor kelonggaran.

3. Menentukan Jumlah Siklus Kerja

Dalam menentukan jumlah siklus kerja (ukuran sampel, n) yang akan diamati akan terpengaruh pada standar deviasi dari waktu yang diamati, tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan yang diinginkan. Analisis studi waktu seringkali menggunakan sejumlah sembarang sampel dalam pengamatan pendahuluan, selanjutnya dilakukan dengan pendekatan statistik.

4. Pengujian Data

Kegiatan pengujian terhadap data yang dikumpulkan sangat diperlukan dalam proses pengukuran waktu kerja. Kegiatan pengujian tersebut dimulai dari analisa atas jumlah data yang seharusnya dikumpulkan sampai dengan analisa atas konsistensi kerja operator. Tujuan utama dari pengujian data adalah untuk mengetahui berapa kali pengukuran harus dilakukan agar ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan. Ada beberapa tahap pengujian data yang harus dilakukan, diantaranya adalah sebagai berikut (Purnomo, 2004) :

a. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dibutuhkan untuk memastikan bahwa data yang telah diperoleh adalah cukup secara objektif. Dalam pengertiannya, pengukuran agar layak digunakan maka data hasil pengukuran harus dilakukan dalam jumlah yang

banyak (terhitung). Akan tetapi pengukuran dalam jumlah yang tak terhingga akan sulit dilakukan karena adanya keterbatasan-keterbatasan, baik dari segi tenaga, waktu, biaya dan sebagainya. Sebaliknya apabila pengukuran dilakukan dengan pengumpulan data dalam jumlah yang sekadarnya dapat dikatakan pengukuran tersebut kurang baik karena tidak dapat mewakili keadaan yang sebenarnya.

Oleh karena itu, pengujian kecukupan data dilakukan dengan berdasarkan pada konsep statistik yaitu pada tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan. Tingkat ketelitian mengartikan pada penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian yang sebenarnya. Sedangkan tingkat keyakinan mengartikan bahwa besarnya keyakinan seseorang akan ketelitian data waktu yang telah diamati dan dikumpulkan. Pengujian kecukupan data dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini (Sumber: Purnomo, 2004):

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2 \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

N' = Jumlah data teoritis

k = Tingkat keyakinan

= 99% = 3

= 95% = 2

s = Derajat ketelitian

N = Jumlah data yang diamati

Dalam pengujian kecukupan data ini diambil nilai untuk tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5% yang berarti sekurang-kurangnya 95 dari 100 data yang diukur untuk suatu operasi kerja akan mempunyai penyimpangan sekurang-kurangnya dari 5% terhadap waktu sebenarnya.

Dari hasil perhitungan tersebut akan diperoleh ketentuan hasil N' sebagai berikut :

- a) Jika $N' \leq N$, menunjukakn bahwa banyaknya data pengukuran pendahuluan telah dianggap cukup.
- b) Jika $N' > N$, menunjukkan bahwa banyaknya data pengukuran pendahuluan yang telah dilakukan belum cukup (kurang) sehingga perlu dilakukan penambahan data.

Semakin besar derajat ketelitian yang digunakan, maka semakin kecil tingkat kesalahan data. Misal derajat ketelitiannya adalah 90%, artinya ada kemungkinan kesalahan pengambilan data sebesar 10%. Sehingga dapat diambil kesimpulan, jika kita yakin derajat ketelitian data kita bisa mencapai 90%, maka kebutuhan akan data akan lebih kecil dari pada tingkat ketelitian dibawahnya (Syukron, 2014).

b. Uji Keseragaman Data

Untuk melakukan pengujian terhadap keseragaman data maka harus dipastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari sistem yang sama. Pengujian ini diperlukan untuk memisahkan data yang memiliki karakteristik yang berbeda atau berada diluar batas kontrol tertentu. Dalam pengujian keseragaman data dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut (Sumber: Purnomo, 2004) :

$$BKA = \bar{X} + k\sigma \dots\dots\dots (2.2)$$

$$BKB = \bar{X} - k\sigma \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

BKA = Batas kontrol atas atau *UCL (Upper Control Line)*

BKB = Batas kontrol bawah atau *LCL (Lower Control Line)*

\bar{X} = Nilai rata-rata

σ = Standar deviasi

k = Tingkat keyakinan

5. Menentukan Faktor Penyesuaian

Untuk menghitung waktu standart yang dibutuhkan oleh seorang operator dalam menyelesaikan pekerjaannya, tidak cukup hanya dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata waktu siklus saja, melainkan masih banyak aspek yang harus diperhitungkan yang dapat mempengaruhi lama tidaknya waktu penyelesaian suatu pekerjaan.

Menurut Nasution dalam Purnamasari (2015), waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu produk. Dan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Sumber :Nasution dari Purnamasari, 2015).

$$WS = \frac{\sum x_i}{n} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

WS = Waktu siklus

\sum_{xi} = Jumlah waktu penyelesaian yang teramati

n = Jumlah pengamatan yang telah dilakukan

Ketidakwajaran operator pada waktu dilakukan pengukuran akan mempengaruhi kecepatan kerja. Ketidakwajaran pada waktu pengukuran kerja merupakan hal yang tidak diinginkan karena dalam proses mencari waktu baku harus dilakukan dalam kondisi dan cara kerja yang wajar sehingga didapatkan waktu normal.

Waktu normal didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan oleh seorang operator yang memiliki keterampilan rata-rata dan terlatih untuk melaksanakan suatu operasi kerja dalam kondisi, tempo dan kecepatan kerja secara normal yang belum berkaitan dengan kelonggaran waktu (Wignjosoebroto. 2003).

Untuk menentukan waktu normal dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Sumber : Nasution dari Purnamasari, 2015) :

$$WN = WS \cdot P \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

WN = Waktu Normal

WS = Waktu Siklus

P = Faktor Penyesuaian (*Performance rating*)

Pemberian penyesuaian dilakukan dengan mengalikan waktu pengamatan rata-rata (waktu siklus atau waktu untuk tiap-tiap elemen) dengan faktor penyesuaian (p). Ada tiga kondisi faktor penyesuaian yaitu operator dalam kondisi normal atau wajar ($p=1$ atau $p=100\%$), operator terlalu cepat atau di atas batas kewajaran ($p>1$ atau $p>100\%$), kondisi dimana operator dalam bekerja dinilai terlalu lambat atau di bawah normal ($p<1$ atau $p<100\%$).

Metode untuk menentukan penyesuaian antara lain sebagai berikut :

a. Cara *Schummard*

Cara ini memberikan patokan penilaian berdasarkan kelas-kelas performansi kerja dimana setiap kelas mempunyai nilai sendiri-sendiri. Dalam pengukuran ini diberi patokan untuk menilai performa kerja operator berdasarkan kategori *Superfast, Fast+, Fast, Fast-, Excellent* dan seterusnya. Berikut ini merupakan nilai setiap kelas performa kerja.

Tabel 2.1 Faktor Penyesuaian Menurut *Schummard*

Kelas	Penyesuaian
Superfast	100
Fast+	95
Fast	90
Fast-	85
Excellent	80
Good+	75
Good	70
Good-	65
Normal	60
Fair+	55
Fair	50
Fair-	45
Poor	40

Sumber : (Suhardi, 2008)

b. Cara *Westing House*

Cara ini dikembangkan oleh *Westing House Electric Corporation* dengan mempertimbangkan penilaian kepada empat faktor yang berpengaruh pada performa dari operator didalam melakukan kerja yaitu kecakapan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*working condition*) dan keajegan (*consistency*). Sehingga *Westing House* telah berhasil mengeluarkan suatu tabel *performance rating* yang berisi tentang nilai-nilai angka performance berdasarkan tingkatan yang ada untuk

masing-masing faktor performa tersebut. Dengan cara mengalikan waktu yang diperoleh dari pengukuran kerja dengan jumlah keempat rating factor yang dipilih sesuai dengan *performance* yang ditunjukkan oleh operator maka dapat menormalkan waktu yang ada. Berikut adalah tabel dari *performance rating* menurut *Westing house*.

Tabel 2.2 *Performance Rating Menurut Westing House*

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Keterampilan (Skill)	Superskill	A1	0,15
		A2	0,13
	Excellent	B1	0,11
		B2	0,08
	Good	C1	0,06
		C2	0,03
	Average	D	0
	Fair	E1	0,05
		E2	0,1
	Poor	F1	0,16
Usaha (Effort)		F2	0,22
	Superskill	A1	0,13
		A2	0,12
	Excellent	B1	0,1
		B2	0,08
	Good	C1	0,05
		C2	0,02
	Average	D	0
	Fair	E1	0,04
		E2	0,08
Kondisi Kerja (Condition)	Poor	F1	0,12
		F2	0,17
	Ideal	A	0,06
	Excellent	B	0,04
	Good	C	0,02

	Average	D	0
	Fair	E	0,03
	Poor	F	0,07

Tabel 2.2 *Performance Rating Menurut Westing House (Lanjutan...)*

Konsistensi (Consistency)	Ideal	A	0,04
	Excellent	B	0,03
	Good	C	0,01
	Average	D	0
	Fair	E	0,02
	Poor	F	0,04

Sumber : (Wignjosoebroto, 2006)

6. Menentukan Kelonggaran (*Allowance*) Dan Waktu Baku (*Standart Time*)

Selain penyesuaian, satu hal yang berpengaruh juga dalam menentukan waktu standart yaitu menambahkan kelonggaran atas waktu normal yang telah diperoleh. Kelonggaran pada prinsipnya adalah salah satu faktor analisa yang harus diberikan kepada waktu kerja operator, karena dalam penyelesaian pekerjaannya operator sering kali terganggu oleh hal-hal yang tidak diinginkan akan tetapi bersifat alamiah.

Menurut Wignjosoebroto (2006), kelonggaran waktu yang diperlukan dan akan mempengaruhi proses produksi dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu :

1) Kelonggaran waktu untuk kebutuhan pribadi (*Personal allowance*)

Kelonggaran ini diberikan kepada operator untuk melakukan kebutuhan pribadinya seperti minum, sholat, pergi ke kamar kecil maupun kebutuhan pribadi lainnya. Untuk pekerjaan yang cukup ringan, dimana operator bekerja selama 8 jam per hari tanpa jam istirahat yang resmi maka dibutuhkan sekitar 2 sampai 5% (10 sampai 24 menit) untuk digunakan menyelesaikan kebutuhan-kebutuhan pribadinya.

2) Kelonggaran waktu untuk melepas lelah (*Fatigue Allowance*)

Kelonggaran ini diberikan kepada operator untuk menghilangkan kelelahan. Kelelahan yang berlangsung terus menerus tanpa diimbangi dengan istirahat yang cukup akan berakibat pada menurunnya hasil produksi, baik kualitas maupun kuantitas. Lama waktu jam istirahat dan frekuensi diadakannya akan tergantung pada jenis pekerjaan yang ada. Pada umumnya waktu periode istirahat yang diberikan berkisar antara 5 sampai 15 menit.

3) Kelonggaran waktu karena keterlambatan-keterlambatan (*Delay allowance*)

Kelonggaran pada proses produksi dapat disebabkan oleh keterlambatan yang bisa dikarenakan oleh beberapa faktor yang sulit untuk dihindarkan seperti terjadi masalah atau kerusakan mesin, listrik padam ataupun hal-hal lain yang diluar kontrol.

Kelonggaran-kelonggaran tersebut pada dasarnya diterjemahkan sebagai nilai dalam prosentase tertentu dari waktu normal yang bisa berpengaruh pada *handling time* maupun *machine time*. Apabila ketiga jenis kelonggaran waktu tersebut dipraktekkan secara bersamaan maka hal tersebut bisa menyederhanakan perhitungan yang harus dilakukan untuk seluruh elemen kerja. Dengan demikian waktu standart dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Sumber : Wignjosoebroto, 2006) :

$$WB = WN \times \frac{100\%}{100\% - \% Allowance} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

WB = waktu Baku (waktu standart)

WN = waktu Normal

2.4 Keseimbangan Lintasan (*Line Balancing*)

2.4.1 Pengertian Keseimbangan Lintasan Produksi

Menurut Gaspersz (2004), *Line balancing* dapat didefinisikan sebagai penyeimbangan beberapa elemen kerja dari suatu *assembly line* ke *work stations* untuk mengefisiensikan ketidakseimbangan diantara mesin-mesin atau pekerja dengan tujuan output yang diinginkan dapat terpenuhi dari lini perakitan tersebut.

Keseimbangan lintasan dapat diartikan juga kedalam upaya untuk meminimumkan ketidakseimbangan yang terjadi diantara mesin-mesin atau operator untuk menghasilkan waktu operasi kerja yang sama pada tiap-tiap stasiun kerja yang disesuaikan dengan kecepatan produksi. Oleh karena itu, keseimbangan

lintasan dilakukan dengan cara membagi setiap elemen kerja ke stasiun kerja dengan acuan waktu siklus.

Permasalahan keseimbangan lintasan seringkali terjadi pada proses manufaktur dibandingkan dengan proses pabrikasi. Rendahnya tingkat utilitas kapasitas produksi dapat dikarenakan oleh beberapa operasi dengan peralatan yang berbeda diperlukan secara proses seri, sehingga terjadilah kesulitan dalam menyeimbangkan panjangnya siklus-siklus mesin dalam lini produksi. Pergerakan terus menerus dapat diwujudkan dengan operasi-operasi perakitan yang dibentuk secara manual ketika beberapa operasi dapat dibagi-bagi menjadi elemen-elemen kecil dengan durasi waktu yang pendek. Semakin tingginya tingkat keseimbangan yang dapat dicapai dikarenakan semakin besar fleksibilitas dalam mengkombinasikan beberapa tugas. Hal tersebut dapat menjadikan aliran yang lancar dengan utilisasi tenaga kerja dan perakitan yang tinggi. Adapun hubungan antar elemen tersebut dapat dijelaskan pada gambar berikut ini :



Gambar 2.1 Elemen-elemen Permasalahan Keseimbangan Lintasan
(Sumber : Nasution dan Prasetyawan, 2013)

2.4.2 Terminologi Lintasan

Terdapat beberapa terminologi lintasan yang digunakan untuk menunjang kegiatan perancangan lintasan produksi adalah sebagai berikut (Purnomo, 2004):

1. Elemen Kerja

Elemen kerja merupakan bagian pekerjaan yang harus dilakukan dalam suatu kegiatan perakitan dalam setiap *workstation* produksi.

2. Waktu Siklus

Waktu siklus (*Cycle Time*) ialah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu unit produk pada satu stasiun kerja. Waktu siklus pada umumnya dipengaruhi oleh output yang dikehendaki selama periode waktu produksi dengan formulasi berikut (Sumber :Wignjosoebroto, 2006) :

$$T_c = \frac{P}{Q} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

T_c = Waktu siklus (*cycle time*)

P = Periode waktu produksi yang tersedia per hari

Q = Tingkat produksi harian (*Output*)

3. Stasiun Kerja

Stasiun kerja (*workstation*) adalah lokasi-lokasi tempat elemen kerja pada lintasan produksi dimana pekerjaan diselesaikan baik secara manual maupun otomatis yang disertai dengan mesin. Setelah perhitungan nilai waktu siklus, maka dapat dihitung jumlah stasiun kerja yang efisien dapat dengan rumus (sumber : Wignjosoebroto, 2006):

$$N_{min} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{ei}}{N \times T_c} \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

N_{min} = Jumlah stasiun kerja minimal

T_{ei} = Waktu elemen kerja ke-i

N = Jumlah stasiun kerja

T_c = Waktu siklus

4. Waktu Stasiun Kerja

Waktu stasiun kerja ialah waktu yang diperlukan oleh sebuah stasiun kerja untuk menyelesaikan semua elemen kerja yang ditetapkan pada stasiun kerja tersebut.

5. Waktu Operasi

Waktu operasi adalah waktu standart yang digunakan untuk menyelesaikan suatu operasi.

6. Waktu Menganggur (*Idle Time*)

Waktu menganggur adalah selisih antara waktu siklus dengan waktu stasiun kerja yang dapat dirumuskan dengan (Sumber : Baroto dari Purnamasari, 2015) :

$$Idle\ time = n \cdot W_s - \sum_{i=1}^n W_i \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

n = Jumlah stasiun kerja

W_s = Jumlah stasiun kerja terbesar

W_i = Waktu sebenarnya pada stasiun kerja ke- i

7. Balance Delay

Balance Delay adalah rasio antara *idle time* dalam lini perakitan dengan waktu yang tersedia. Hal ini merupakan suatu ketidakefisienan dalam lintasan produksi yang didapatkan dari waktu menganggur sebenarnya yang disebabkan oleh pengalokasian yang kurang seimbang diantara stasiun-stasiun kerja. Rumus yang digunakan untuk menentukan *balance delay* adalah sebagai berikut (Sumber: Purnomo, 2004):

$$BD = \frac{CT.N - \sum_{i=1}^n t_i}{CT.N} \cdot 100\% \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

BD = Balance delay

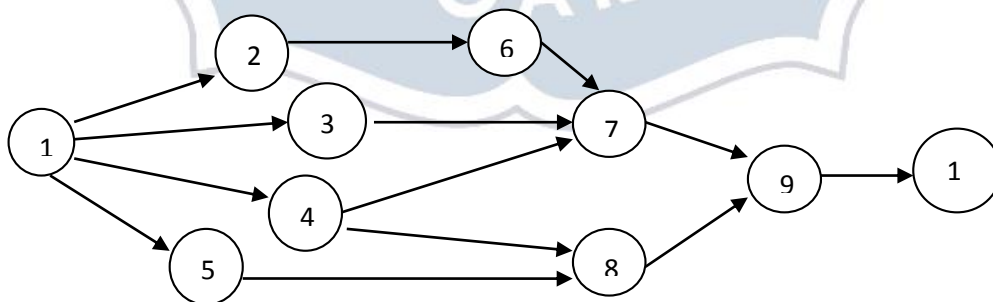
N = Jumlah stasiun kerja

CT = Waktu siklus terbesar dalam stasiun kerja

T_i = Waktu operasi

8. Precedence Diagram

Precedence diagram merupakan sebuah diagram yang menggambarkan urutan antar elemen kerja yang saling berkaitan dalam perakitan sebuah produk. Dalam menyeimbangkan lintasan produksi pada umumnya akan mendapatkan hambatan-hambatan dari beberapa elemen kerja yang ditetapkan dalam suatu stasiun kerja. Oleh karena itu yang paling utama ialah tetap memperhatikan ketentuan hubungan suatu aktivitas untuk mendahului aktivitas yang lain (*precedence constraint*) yang dapat digambarkan dalam bentuk precedence diagram.



Gambar 2.2 Contoh Precedence Diagram
Sumber : (Nasution, 1999)

Dalam precedence diagram dapat dijelaskan maksud dari gambar diagram tersebut, dimana lingkaran-lingkaran bernomor akan menunjukkan elemen-elemen kegiatan dengan nilai waktu dicantumkan diluar lingkaran tersebut. Arah panah menunjukkan hubungan antara satu kegiatan yang mendahului kegiatan lainnya. Masalah yang harus dianalisa adalah menyeimbangkan beban kerja dari lintasan yang ada dengan cara menentukan banyaknya stasiun kerja dengan mengelompokkan elemen-elemen kegiatan tersebut.

Dalam pengukuran *performance* sebelum dan sesudah dilakukan proses keseimbangan lintasan maka perlu diperhatikan beberapa kriteria berikut ini :

1. Efisiensi Lini

Efisiensi lini adalah nilai pengukuran antara waktu yang digunakan dengan waktu yang tersedia. Berkaitan dengan waktu yang tersedia, lini produksi akan mencapai keseimbangan apabila setiap stasiun kerja mempunyai waktu dalam kategori sama. Sehingga terbentuk tiap-tiap stasiun kerja yang terhubung secara seri. Efisiensi lini dapat dirumuskan sebagai berikut (sumber: Purnomo, 2004):

$$Eff = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{CT.N} . 100\% \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

- n = Jumlah elemen kerja yang ada
- t_i = Waktu stasiun kerja dari ke-i
- CT = Waktu siklus (*Cycle Time*)
- N = Jumlah stasiun kerja yang terbentuk

Dari penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa keseimbangan lintasan yang baik adalah jika efisiensi lini setelah diseimbangkan lebih besar dari efisiensi lini sebelum diseimbangkan.

2. Indek Penghalusan (*Smoothness Index/ SI*)

Indek penghalusan merupakan suatu indek yang menunjukkan kelancaran relatif dari penyeimbang lini perakitan tertentu. Suatu *smoothness index* dikatakan sempurna apabila nilainya sama dengan nol atau disebut juga dengan *perfect balance*. Rumus yang digunakan untuk menentukan indek penghalusan adalah sebagai berikut (Sumber: Purnomo, 2004):

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^n (WSK_{max} - WSK_i)^2} \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan :

WSK_{max} = waktu terbesar dari stasiun kerja terbentuk

WSK_i = Waktu stasiun kerja i yang terbentuk

2.4.3 Metode Penyeimbangan Lintasan

1. Metode Bobot Posisi

Metode Bobot Posisi atau *Rangked Positional Weight (RPW)* pada umumnya dikenal sebagai metode gabungan antara metode *Large Candidat Ruler* dengan metode *Region approach*. Nilai RPW didapat dari perhitungan antara elemen kerja dengan posisi masing-masing elemen kerja dalam *precedence diagram*.

Metode RPW adalah heuristik yang paling awal dikembangkan. Metode ini dikembangkan oleh WB Helgeson dan DP Birnie. Langkah penyelesaian dari metode RPW adalah sebagai berikut (Nasution dan Prasetyawan, 2013) :

- 1) Membuat gambaran urutan operasi (*Precedence Diagram*).
- 2) Membuat *precedence matrik* pendahulu berdasarkan jaringan kerja perakitan yang ada.
- 3) Menghitung bobot posisi tiap operasi yang dihitung berdasarkan jumlah waktu operasi tersebut dan operasi-operasi yang mengikutinya
- 4) Mengurutkan operasi-operasi mulai dari bobot posisi terbesar sampai dengan bobot posisi terkecil
- 5) Melakukan pembebanan operasi pada stasiun kerja mulai dari operasi dengan bobot posisi terbesar sampai dengan bobot posisi terkecil, dengan kriteria total waktu operasi lebih kecil dari waktu siklus.
- 6) Menghitung efisiensi rata-rata stasiun kerja yang terbentuk.
- 7) Menggunakan prosedur trial and error untuk mencari pembebanan yang akan menghasilkan efisiensi rata-rata lebih besar dari efisiensi rata-rata pada langkah 6 di atas.
- 8) Mengulangi langkah 6 dan 7 sampai tidak ditemukan lagi stasiun kerja yang memiliki efisiensi rata-rata yang lebih tinggi.

2.5 Produktivitas

2.5.1 Pengertian Produktivitas

Berdasarkan konsep ekonomis, produktivitas berkaitan dengan usaha atau kegiatan dalam menghasilkan barang atau jasa yang berguna untuk memproduksi pemenuhan kebutuhan hidup manusia dan masyarakat umumnya. Berdasarkan

konsep filosofis produktivitas memiliki arti pandangan hidup dan sikap mental yang selalu berguna untuk meningkatkan kualitas kehidupan dimana keadaan ini harus lebih baik dari hari kemarin dan mutu hari esok harus lebih baik dari hari ini. Jadi secara sederhana produktivitas dapat didefinisikan sebagai peningkatan output adanya peningkatan input.

Sedangkan Gordon K.C mendefinisikan produktivitas sebagai ukuran antara output yang dihasilkan per unit dari sumber daya yang dikonsumsi dalam suatu proses produksi (Purnomo, 2004).

Mali menyatakan bahwa produktivitas berbeda dengan produksi, akan tetapi produksi, peningkatan kualitas, hasil-hasil merupakan kontens dari usaha produktivitas. Sehingga produktivitas dapat diformulasikan sebagai berikut (Sumber: Syukron, 2014):

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output yang dihasilkan}}{\text{Input yang digunakan}} \dots\dots\dots (2.14)$$

Beberapa ketentuan produktivitas dikatakan meningkat jika memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a) Produktivitas naik jika input turun dan output tetap, keadaan ini bisa terjadi jika sumber daya yang digunakan bisa diturunkan untuk mendapatkan output yang tetap.
- b) Produktivitas naik jika input turun dan output naik, kondisi ini bisa terjadi jika pekerja bisa menyelesaikan waktu lebih pendek.
- c) Produktivitas naik jika input tetap dan output naik, kondisi ini bisa terjadi jika misalkan perusahaan mengeluarkan kebijakan mengenai kesejahteraan karyawan untuk meningkatkan kinerja.
- d) Produktivitas naik jika output dan input naik akan tetapi output lebih besar dari pada input.
- e) Produktivitas naik jika input dan output turun tapi output lebih kecil dari input.

2.5.2 Unsur-Unsur Produktivitas

Unsur-unsur produktivitas menurut Gasperz (1998) terdiri dari :

1. Efisiensi

Efisiensi adalah ukuran yang menunjukkan bagaimana pengelolaan sumber daya yang digunakan dalam proses produksi untuk menghasilkan output yang

diinginkan. Efisiensi merupakan karakteristik proses yang mengukur performansi aktual dari sumber daya relatif terhadap standart yang ditetapkan.

2. Efektivitas

Efektivitas yaitu bentuk lain dari proses yang mengukur tingkat pencapaian output dari sistem produksi. Efektivitas diukur berdasarkan rasio output aktual terhadap output yang direncanakan

3. Kualitas

Pengaruh kualitas merupakan faktor yang bisa mempengaruhi nilai tambah konsumen, hal ini apabila nilai tambah kualitas proses dan nilai masukan memenuhi kriteria memproduksi.

2.6 Penelitian Terdahulu

Pada subbab ini akan diuraikan penelitian-penelitian dengan tema yang sama dan sudah dilakukan sebelumnya. Dari beberapa penelitian terdahulu ini digunakan oleh penulis sebagai acuan penyelesaian penelitian yang telah dilakukan.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
1	Ita Purnama Sari	2015	Line Balancing RPW	Meningkatkan produktivitas dari 20 operator dengan output 700 pairs per shift menjadi 13 operator dengan output 700 pairs per shift
2	Tuti Sarma Sinaga	2014	Line Balancing, RPW	Meningkatkan keseimbangan lintasan produksi dengan tingkat Balance Delay di mesin powder sebesar 0,033; di Press A1 0,196; di Press A2 0,218 dan efisiensi sebesar 65,82%, 80,31%, 74,07%
3	Firman Ardiansyah Ekoanindiyo	2017	Line Balancing RPW dan	Menghasilkan nilai balance delay sebesar 15.41%, efisiensi sistem 84.59%, output yang dihasilkan

	dan Latif Helmy		Kilbridge- Wester	142.14 unit kursi/hari dengan 6 stasiun kerja. Dan mempunyai hasil yang lebih baik dari pada sebelum menggunakan kedua metode tersebut.
4	Hengky K. Salim, Kuswara Setiawan, Lusia P. S. Hartanti	2016	Line Balancing RPW dan Pendekatan simulasi	Menghasilkan perbaikan terhadap nilai keseimbangan lintasan produksi dari 59,99% menjadi 94,64% dengan 6 stasiun kerja menjadi 3 stasiun kerja.
5	Lina Nofita Sari	2017	Line Balancing RPW	Teridentifikasi hambatan-hambatan pada tiap-tiap stasiun kerja yang berpengaruh pada peningkatan efisiensi dan produktivitas kerja.

Sumber: Pengolahan Data

Halaman Ini sengaja Dikosongkan



BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai metodologi penelitian yang merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam melakukan penelitian dari tahap awal penelitian sampai pada tahap penarikan kesimpulan dan saran.

3.1 Tahap Identifikasi

3.1.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada waktu jam selesai kerja ketika pergantian shift pada line produksi Upper 206 Hall 3 di PT EID yang bergerak dalam bidang produksi sepatu kulit. Periode penelitian dilakukan selama bulan Juni-Juli. Pengerjaan artikel sepatu yang diteliti adalah artikel upper season *Spring Summer* (SS).

3.1.2 Identifikasi Masalah

Dengan cara survei ke lokasi secara menyeluruh dan menilai serta mempertimbangkan dari beberapa stasiun kerja yang diidentifikasi terjadinya masalah terhadap laju lini perakitan produksi.

3.1.3 Perumusan Tujuan Dan Manfaat Penelitian

Pada tahapan ini peneliti menentukan tujuan dari penelitian yang harus dilakukan, Tahapan ini menjadi penting karena dengan tercapainya tujuan maka penelitian ini akan bermanfaat bagi semua dan akan memberikan arahan bagi pelaksanaan penelitian selanjutnya.

3.1.4 Penentuan Metode

Penentuan metode dilakukan untuk menyesuaikan metode yang relevan dengan permasalahan yang menjadi objek penelitian.

3.1.5 Studi Kepustakaan

Diharapkan pada penelitian ini dapat memberikan landasan dasar dari penelitian ini. Pada tahap ini pula dilakukan usaha menggali konsep serta teori sehingga menambah wawasan yang dimiliki peneliti dan menjadikan konsep pendukung usaha penelitian ini. Studi kepustakaan ini berpedoman dari beberapa literatur, buku referensi yang sudah ada sebelumnya serta beberapa jurnal dari

penelitian terdahulu yang berkaitan dengan usulan perbaikan stasiun kerja dengan metode Line Balancing.

Landasan teori yang diperoleh dari beberapa literatur merupakan pedoman awal untuk menentukan variabel-variabel penelitian dan memberikan batasan terhadap arah penelitian secara keseluruhan.

3.2 Tahap Pengumpulan Data

Tahapan awal yang dilakukan dalam pengumpulan data ialah perancangan teknik pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian. Berikut kegiatan awal yang dilakukan dalam pengumpulan data :

a. Wawancara

Metode wawancara merupakan cara pengumpulan data dengan mengadakan tanya jawab langsung dengan pihak perusahaan terutama pada departemen produksi upper workstudy tentang sistem produksi manufaktur yang ada serta data yang diperlukan.

b. Pengamatan (Observasi)

Pengamatan merupakan metode pengumpulan data dengan melakukan pengamatan secara langsung di lapangan guna menentukan *take time* pada setiap *work station*.

c. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan metode pengumpulan data berupa pengambilan gambar yang digunakan untuk lebih menjelaskan data-data yang telah diperoleh agar bagaimana situasi dan kondisi dari lokasi penelitian diketahui secara jelas.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini antara lain jam henti (*stopwatch*), pensil dan *form* pengumpulan data. Data yang dikumpulkan untuk melakukan penelitian ini yaitu berupa data primer dan data sekunder.

a. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari sumber pertama dan diperoleh secara langsung dari perusahaan. Data primer dalam penelitian ini diambil berdasarkan hasil pengamatan langsung pada departemen produksi upper. Adapun data primer yang diambil terdiri dari data elemen-elemen kerja dalam perakitan upper, waktu proses operasi setiap elemen kerja, lintasan kerja awal perusahaan dan data hasil produksi, dll.

b. Data sekunder

Data sekunder yang diambil berasal dari referensi jurnal dan sumber informasi lainnya yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan, antara lain profil perusahaan PT.EID dan dokumen lain yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.

3.3 Tahap Pengolahan Data

Beberapa tahapan yang dilakukan dalam pengolahan data untuk pemecahan masalah *line balancing* dengan menggunakan Metode Bobot Posisi (*Rangked Positional Weight Method*) di industri sepatu ini adalah :

a. Time study langsung dengan metode RPW

- 1) Pengukuran waktu kerja terhadap elemen-elemen kerja dengan dilakukan pengujian secara statistik uji keseragaman data, uji kecukupan data dan uji kenormalan data.
- 2) Menentukan waktu siklus, waktu normal untuk mendapatkan waktu standart tiap elemen kerja dengan memberikan nilai *performance rating* dan *allowence* yang sesuai.
- 3) Menentukan output standart

b. Time study secara tidak langsung dengan metode RPW

- 1) Membuat precedence diagram operasi kerja untuk menyusun line balancing dengan metode pembobotan posisi terhadap elemen kerja dengan menjumlahkan waktu kerja dari elemen-elemen dibelakangnya yang baru bisa dilakukan setelah operasi tersebut diselesaikan.
- 2) Elemen kerja diurutkan menurut elemen yang paling besar bobotnya.
- 3) Menetapkan waktu siklus (*cycle time*) dan membagi elemen kedalam stasiun kerja dengan waktu siklus sebagai constraintnya.
- 4) Menentukan tingkat pencapaian *line efficiency*, *balance delay*, dan *assembly line performance*.

3.4 Tahap Analisis Data

Dalam tahap analisis data terdapat beberapa permasalahan yang akan dianalisis berdasarkan hasil pengolahan data, yaitu:

1. Analisis data cycle time proses produksi di area upper untuk mendapatkan nilai efisiensi dengan metode RPW.

2. Analisis data operation time pada line produksi upper untuk mendapatkan nilai rating dan nilai dalam suatu proses dengan metode RPW
3. Melakukan analisa penghitungan nilai suatu proses di area upper agar menghasilkan line yang balancing dengan memaksimalkan jumlah operator.
4. Analilsis permasalahan dari area penumpukan (bottle neck) yang ada di line produksi upper.

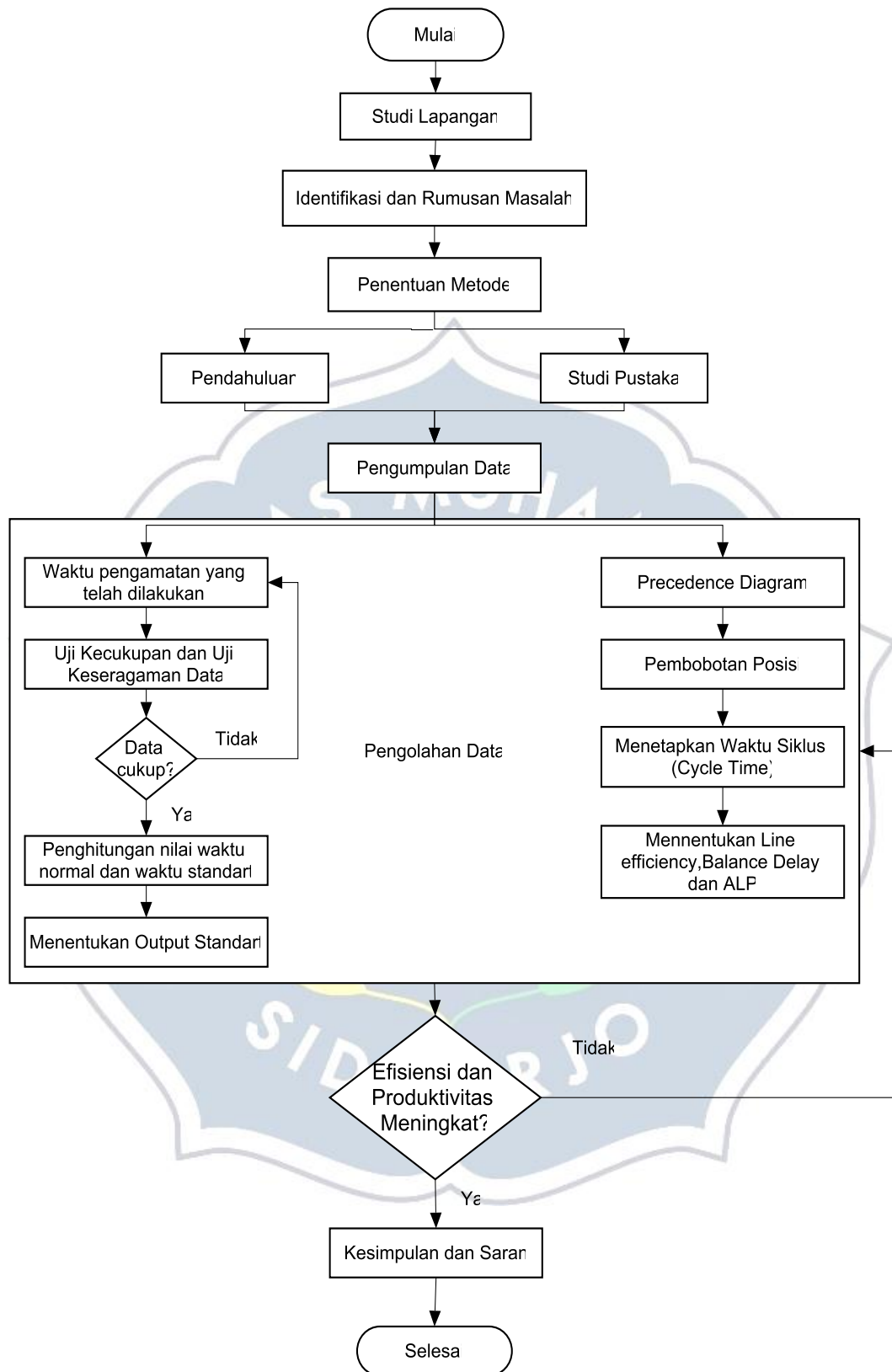
3.5 Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan analisa data dari penelitian tersebut, maka selanjutnya akan dilakukan penarikan kesimpulan guna memberikan hasil atas masalah ketidakseimbangan line yang terjadi di area proses produksi upper dan saran untuk perbaikan kedepannya.

3.6 Kerangka Penelitian

Adapun langkah –langkah keseluruhan metode penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian berikut ini :





Gambar 3.1 *Flowchart Metodologi Penelitian*

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan menjelaskan hasil dan pembahasan dari penelitian yaitu berisi tentang tahapan-tahapan pengumpulan data primer dan sekunder, pengolahan data dan analisa data hasil penelitian.

4.1 Pengumpulan Data Sekunder

4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT EID merupakan salah satu cabang grup perusahaan manufaktur yang memproduksi sepatu ekspor dengan dasar kulit yang ada di Indonesia. Perusahaan ini terletak di kawasan Sidoarjo. Perusahaan ini pertama kali berdiri pada tahun 1991 dengan kapasitas produksi bahan baku leather dan upper. Dalam perkembangannya, perusahaan ini memperluas area produksinya dengan mendirikan area produksi desma dan *finishing* yang merupakan area produksi produk jadi (proses manufaktur upper menjadi sepatu utuh). Pada rangkaian proses tersebut telah mengadopsi teknologi modern dan lebih canggih. Dengan penerapan teknologi *injection* dalam pembuatan *sole* sepatu pada upper menjadikan *sole* mampu merekat sempurna dan lebih kuat.

Bisnis perusahaan ini termasuk dalam perusahaan *make to stock* karena semakin tersebarunya produk sepatu ini di berbagai negara di dunia. Ada dua jenis sepatu yang diproduksi oleh perusahaan ini yaitu sepatu *season SS (Summer Spring)* dan *AW (Autum Winter)*. Pemasaran terbesar produk perusahaan ini adalah di Eropa dan Amerika.

4.1.2 Misi dan Visi Perusahaan

Misi perusahaan ini adalah sebagai berikut :

1. Menghasilkan produk berkualitas terbaik
2. Pengiriman permintaan barang selalu tepat waktu
3. Melakukan efisiensi biaya

Dan visi perusahaan ini adalah sebagai berikut :

Maju bersama dengan seluruh karyawan, PT EID menjadi perusahaan sepatu terbaik dengan standart kelas dunia dengan investasi berkesinambungan dalam fasilitas dan peralatan teknologi modern.

4.2 Pengumpulan Data Primer

Kondisi manufaktur yang mengalami ketidakpastian dalam hal kuantitas dan kualitas produksi mengakibatkan proses produksi dalam PT EID harus terus dijaga dan diperbaiki agar dapat memenuhi permintaan konsumen. Oleh sebab itu, perusahaan haruslah merencanakan langkah-langkah yang nyata untuk mengantisipasi hal tersebut. Pemilihan produk yang mempunyai prospek tinggi melalui perhitungan waktu standart dan penataan kembali proses produksi perusahaan akan memberikan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas perusahaan dalam memenuhi setiap permintaan konsumen.

Dalam operasinya, perusahaan ini menetapkan dalam satu minggu terdapat enam hari jam kerja dengan tujuh jam kerja dan satu setengah jam lembur wajib pada setiap hari senin sampai jumat serta lima jam kerja dan satu setengah jam lembur pada setiap hari sabtu. Terdapat dua shift untuk bagian Upper dan tiga shift untuk bagian *finishing*. Proses pembagian waktu kerja Upper terdapat dalam tabel berikut:

Tabel 4.1 Pembagian Jam Kerja PT EID

Keterangan	Senin- Jumat		Sabtu	
	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2
Masuk	06.00	14.00	06.00	13.00
Istirahat	10.00 - 10.30	18.00 - 18.30	10.00 - 10.30	16.00 - 16.30
Keluar	14.00	22.00	13.00	19.00

4.2.1 Ruang Lingkup Produksi

Fokus penelitian ini adalah pada artikel sepatu Soft 8 (440533-554) yang merupakan group artikel sepatu SS, yang dikerjakan oleh line 206. Produk ini merupakan salah satu produk yang paling sering dikerjakan dan sering mengalami keterlambatan-keterlambatan dalam berlangsungnya proses produksi di hall 3 sehingga produk ini mempunyai nilai yang tinggi bagi perusahaan. Oleh karena itu, penulis memilih artikel produk Soft 8 sebagai batasan dan fokus penelitian.

a. Proses Produksi Tiap *Workstation*

Proses produksi line 206 digambarkan berdasarkan aliran proses dan menyesuaikan dengan area yang tersedia. Dalam proses perakitan Upper article Soft

8 (440533-554) ini mempunyai 44 elemen kerja untuk merakit produk yang terbagi dalam 36 stasiun, 8 stasiun kerja diantaranya adalah duplikasi karena waktu stasiun lebih besar daripada waktu siklus yang telah ditentukan. Berikut ini adalah aliran kerja (work stations) untuk pengerjaan artikel Soft 8 (440533-554) berikut penjelasannya.

Tabel 4.2 Data Stasiun Kerja Awal

No.	Stasiun Kerja	Jumlah sel	Elemen Kerja	Precedence
1	O-1	1	1. Loading + Separate + Coloring Upper	-
2	O-2	2	2. Skiving Upper	O-1
3	O-3	1	3. Skiving Linning	-
4	O-4	2	4. Seam side in/out to collar in/out 40/40 + Tape 5. Hammering + Mal Flash Side (MFS) on upper	O-2
5	O-5	1	6. MFS on upper: vamp and backpiece (bp) 7. Tapping on tongue bot loop 8mm	-
6	O-6	1	8. Tapping on vamp + Fit reinf on upper: side i/o, bp, vamp	O-4,O-5
7	O-7	1	9. Fit eyelet panplast on side i/o sp + Pressing +Fit eyelet panplast on side i/o lin + Pressing	O-3,O-6
8	O-8	1	10. Zig-zag joint side io on bp 60/60+ Tapping on tongue top 16mm – area box st label danish + Taping on tongue foam.	O-7
9	O-9	1	11. Glue and att bp strap on bp under + pressing +Cut bp strap and marking grainside bp str	-
10	O-10	1	12. Juki ribbon danish 40/40 + handfolding + glue + att to tongue	O-5
11	O-11	1	13. Glue + att blind joint side io lining + Pressing blind joint side io lining	-
12	O-12	1	14. st tongue on vamp 40/40+ St joint side io lining 60/60	O-10,O-11

Tabel 4.2 Data Stasiun Kerja Awal (Lanjutan....)

13	O-13	1	15. Seam tongue lining to tongue lining top + Seam tongue to tongue top	O-12
14	O-14	2	16. St heelgrip on side io lining 60/60 17. Glue and tape seam tongue 18. Hammering on seam tongue to tongue lining top + Hammering on seam tng top	O-12,O-13
15	O-15	1	19. Flatlock side io vamp and tongue lining	O-14
16	O-16	1	20. Seam tongue on tongue lining	O-15
17	O-17	1	21. Folding on seam tongue + Fit tongue foam on tongue	O-16
18	O-18	1	22. Spray latex on tongue + Clip + Handfolding + att tng on tng lining+ Pressing on tongue edge	O-17
19	O-19	1	23. St tongue edge 40/40	O-18
20	O-20	2	24. Seam collar lin + eyelet lining 40/40	O-8,O-19
21	O-21	1	25. Folding on seam collar + eyelet	O-20
22	O-22	1	26. Glue edge eyelet to sp lining+ Att edge eyelet to sp lining + Hammering	O-21
23	O-23	1	27. Punching on eyelet	O-22
24	O-24	1	28. Blind eyelet on eyelet	O-23
25	O-25	1	29. Glue edge eyelet to sp lining+ Att edge eyelet to sp lining	O-24
26	O-26	2	30. Open lining + glue + att bp strap on sp 31. Juki box I bp strap 40/40 + Handfold + Juki box II 40/40	O-9,O-25
27	O-27	2	32. St bp on side io 40/40	O-26
28	O-28	1	33. Fit stiffener on bp + Pressing	O-27
29	O-29	1	34. Fit collar foam on bp+ Spray latex on collar area	O-28
30	O-30	2	35. Handfold on collar + Fit collar linin on collar 36. Hammering on collar + tongue	O-29
31	O-31	3	37. St. Box on side io to vamp 40/40 38. Fit toepuf + Pressing	O-30

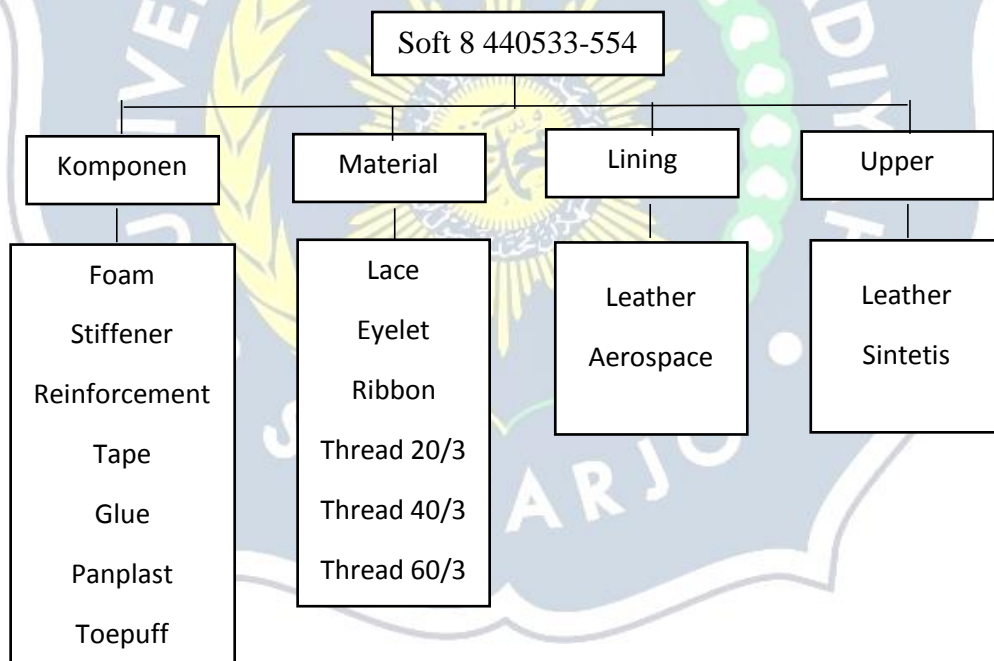
Tabel 4.2 Data Stasiun Kerja Awal (Lanjutan....)

32	O-32	1	39. Spray latex on vamp + fit vamp lining	O-31
33	O-33	1	40. St edge upper 40/40	O-32
34	O-34	1	41. Toemolding on vamp 42. Hammering overlapping	O-33
35	O-35	1	43. Lacing on eyelet + tongue loop	O-34
36	O-36	1	44. Trimming on edge upper	O-35

b. *Bill Of Material*

Bill Of Material (BOM) merupakan daftar dari semua material, *parts* dan komponen yang menerangkan kuantitas dari masing-masing komponen tersebut yang dibutuhkan untuk memproduksi satu pasang unit produk. Berikut ini adalah daftar BOM dari produk artikel Soft 8 :

Bill of Material Produk Upper Article Soft 8 440533-554



Gambar 4.1. *Bill of Material* Produk Upper Article Soft 8 440533-554

4.3 Pengolahan Data

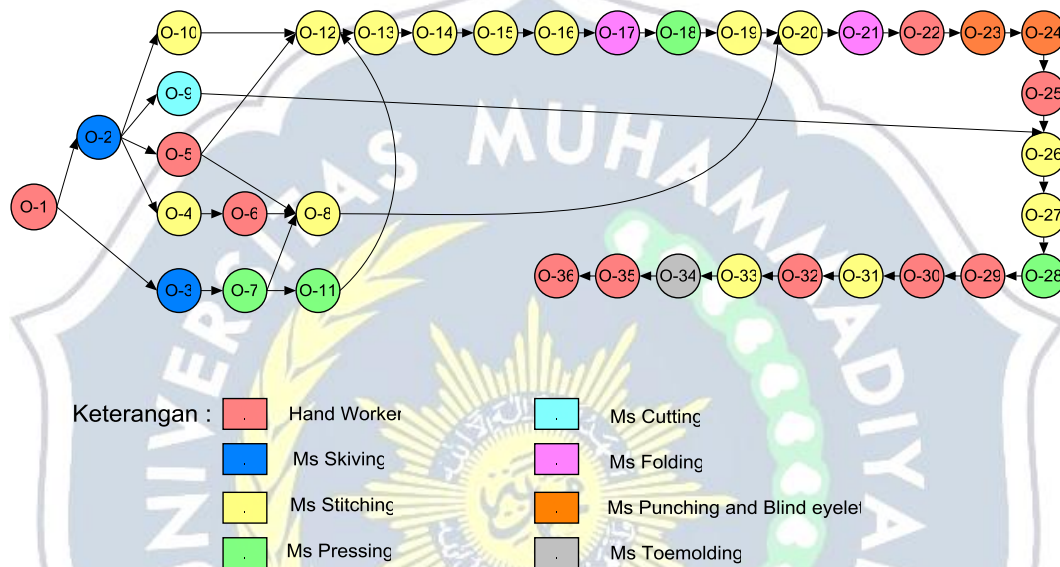
4.3.1 Data Dalam Menentukan Waktu Standart

Data yang diperlukan dalam menentukan waktu standart antara lain ialah jumlah elemen kerja, stasiun kerja, jumlah pengambilan data setiap elemen kerja,

faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran operator. Berikut ini adalah pemaparannya :

a. Elemen-elemen Kerja dan *Flow Process Chart*

Elemen kerja yang digunakan untuk memproses satu pasang upper saat ini berjumlah 44 elemen kerja yang terbagi dalam 36 stasiun, 8 stasiun kerja diantaranya adalah duplikasi. Elemen-elemen kerja dalam stasiun tersebut merupakan pekerjaan manual dengan menggunakan peralatan dan mesin. Untuk *Flow Process Chart* proses Upper Soft 8 akan ditampilkan dibawah ini.



Gambar 4.2 *Flow Process Chart* Produk Upper Soft 8

b. Pengambilan Data Pengamatan

Pengambilan data waktu siklus pada setiap elemen kerja dilakukan dengan metode *time study* langsung di lapangan. Siklus pengamatan tersebut dilakukan sebanyak 30 kali dalam setiap elemen kerja. Dari *time study* tersebut didapatkan waktu minimum dan maksimum untuk setiap elemen kerja. Selanjutnya dari waktu minimum dan maksimum tersebut diperoleh waktu normal dan waktu standart untuk setiap elemen kerja yang dipegaruhi oleh tempo kerja operator dan faktor kelonggarannya.

c. Menentukan Faktor Penyesuaian

Ketidakwajaran operator pada waktu dilakukan pengukuran akan mempengaruhi kecepatan kerja. Ketidakwajaran pada waktu pengukuran kerja merupakan hal yang tidak diinginkan karena dalam proses mencari waktu baku

harus dilakukan dalam kondisi dan cara kerja yang wajar sehingga didapatkan waktu normal. Untuk menghitung waktu normal diperlukan faktor-faktor penyesuaian. Pemberian nilai dari faktor-faktor penyesuaian ditentukan berdasarkan pengamatan selama melakukan pengambilan data waktu kerja.

Pemberian nilai dari faktor-faktor penyesuaian ditentukan berdasarkan metode *westinghouse* dengan mempertimbangkan penilaian kepada empat faktor yang berpengaruh pada performa dari operator dalam melakukan kerja yaitu kecakapan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*working condition*) dan keajegan (*consistency*). Penilaian faktor penyesuaian diberikan pada masing-masing operator yang memiliki kategori *skill* yang berbeda. Berikut adalah nilai faktor penyesuaian dalam proses pengerjaan Upper :

Tabel 4.3 Faktor Penyesuaian Tiap Operasi

Elemen Kerja	Keterampilan	Usaha	Kondisi	Konsistensi	Penyesuaian
Elemen Kerja 1	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08
Elemen Kerja 2	0,06	0,05	0,02	0	0,13
Elemen Kerja 3	0,06	0	0,02	0	0,08
Elemen Kerja 4	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08
Elemen Kerja 5	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08
Elemen Kerja 6	0,06	0,05	0,02	0	0,13
Elemen Kerja 7	0,06	0	0,02	0	0,08
Elemen Kerja 8	0,06	0	0,02	0,01	0,09
Elemen Kerja 9	0	0,05	0,02	0,01	0,12
Elemen Kerja 10	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11
Elemen Kerja 11	0,06	0,05	0,02	0	0,13
Elemen Kerja 12	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08
Elemen Kerja 13	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08
Elemen Kerja 14	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08
Elemen Kerja 15	0,06	0	0,02	0	0,08
Elemen Kerja 16	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08
Elemen Kerja 17	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11
Elemen Kerja 18	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11
Elemen Kerja 19	0,03	0,05	0,02	0,01	0,11
Elemen Kerja 20	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08
Elemen Kerja 21	0	0,05	0,02	0	0,07
Elemen Kerja 22	0,06	0,05	0,02	0	0,13
Elemen Kerja 23	0,06	0	0,02	0	0,08
Elemen Kerja 24	0,06	0,05	0,02	0	0,13

Tabel 4.3 Faktor Penyesuaian Tiap Operasi (Lanjutan...)

Elemen Kerja 25	0	0,05	0,02	0,01	0,12
Elemen Kerja 26	0,06	0	0,02	0,01	0,09
Elemen Kerja 27	0,06	0,05	0,02	0	0,13
Elemen Kerja 28	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08
Elemen Kerja 29	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08
Elemen Kerja 30	0,06	0	0,02	0	0,08
Elemen Kerja 31	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08
Elemen Kerja 32	0,06	0	0,02	0	0,08
Elemen Kerja 33	0,06	0,05	0,02	0	0,13
Elemen Kerja 34	0,06	0	0,02	0	0,08
Elemen Kerja 35	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08
Elemen Kerja 36	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08
Elemen Kerja 37	0,06	0,05	0,02	0	0,13
Elemen Kerja 38	0	0,05	0,02	0	0,07
Elemen Kerja 39	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08
Elemen Kerja 40	0,06	0,02	0,02	0,01	0,11
Elemen Kerja 41	0	0,05	0,02	0,01	0,12
Elemen Kerja 42	0,06	0	0,02	0,01	0,09
Elemen Kerja 43	0,06	0	0,02	0	0,08
Elemen Kerja 44	0,03	0,02	0,02	0,01	0,08

d. Menentukan Faktor Kelonggaran

Selain penyesuaian, satu hal yang berpengaruh juga dalam menentukan waktu standart yaitu menambahkan kelonggaran atas waktu normal yang telah diperoleh. Kelonggaran merupakan salah satu faktor analisa yang harus diberikan kepada waktu kerja operator karena dalam penyelesaian pekerjaannya operator seringkali terganggu oleh hal-hal yang tidak diinginkan akan tetapi bersifat alamiah. Faktor ini diasumsikan sama untuk setiap operator. Berikut adalah faktor kelonggaran yang ditentukan dalam proses pengerjaan Upper :

Tabel 4.4 Faktor Kelonggaran Kerja

Faktor Kelonggaran	Kelonggaran (menit)
Kebutuhan Pribadi	10
Melepas Lelah dan beribadah	10
Keterlambatan (delay)	15
Jumlah	35

Dari tabel di atas, diketahui bahwa faktor kelonggaran ditentukan sebesar 35 menit. Sehingga diperoleh nilai kelonggaran dalam 1 shift kerja yaitu 35 menit :
 $420 = 0,08 = 8\%$

4.3.2 Data Penyeimbangan Lintasan Proses Pengerjaan Upper

1. Uji kecukupan dan keseragaman data elemen-elemen pengerjaan Upper

Uji kecukupan data diperlukan untuk memastikan bahwa data yang telah diperoleh adalah cukup secara objektif. Pengukuran ini agar layak digunakan maka data hasil pengukuran harus dilakukan dalam jumlah yang banyak (terhitung). Sedangkan uji keseragaman data diperlukan untuk memisahkan bahwa data yang memiliki karakteristik yang berbeda atau berada diluar batas kontrol tertentu. Pengujian ini dilakukan pada standart waktu elemen kerja semua *workstation*. Berikut ini akan diberikan contoh penghitungan uji kecukupan dan keseragaman data pada elemen kerja *Loading + Separate + Coloring Upper Workstation O-1*. Untuk lebih lengkapnya penghitungan uji kecukupan dan keseragaman data semua elemen kerja dapat dilihat pada lampiran 1 sampai 2.

a. Uji Kecukupan data elemen kerja 1

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

$$= \left[\frac{2/0,05 \sqrt{30(75254) - 2256004}}{1502} \right]^2$$

$$= 1,15$$

Dari hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa data pengukuran pendahuluan telah dianggap cukup karena $N' < N = 1,15 < 30$.

b. Uji keseragaman data elemen kerja 1

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{53,87}{30-1}}$$

$$= 1,36$$

$$\text{Batas Kontrol Atas (BKA)} = \bar{X} + k\sigma$$

$$= 50,07 + 2 (1,36)$$

$$= 52,79 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Batas Kontrol Bawah (BKB)} &= \bar{X} - k\sigma \\
 &= 50,07 - 2 (1,36) \\
 &= 47,34 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

2. Menentukan waktu normal dan waktu standart

Hasil perhitungan waktu normal dan waktu standart dari setiap *workstation* dapat dilihat pada Lampiran 3 sampai 4. Berikut ini akan diberikan contoh perhitungan pada elemen kerja *Loading + Separate + Coloring Upper Workstation O-1*.

a. Waktu siklus atau waktu rata-rata

$$\begin{aligned}
 WS &= \frac{\sum x_i}{n} \\
 &= \frac{1502}{30} \\
 &= 50,07 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

b. Waktu normal

$$\begin{aligned}
 W_n &= W_s \cdot Pr \\
 &= (50,07) (1,08) \\
 &= 54,07 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

c. Waktu standart atau waktu baku

$$\begin{aligned}
 W_b &= W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% Allowance} \\
 &= 54,07 \times \frac{100\%}{100\% - 8\%} \\
 &= 49,75 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

d. Output standart

$$\begin{aligned}
 OS &= \frac{1}{W_b} \\
 &= \frac{1}{0,0138 \text{ jam}} \\
 &= 72 \text{ pairs/jam}
 \end{aligned}$$

3. Menentukan Terminologi Lintasan

Dari hasil perhitungan di atas maka dapat diketahui waktu stasiun pada tiap-tiap elemen kerja dalam *work station*. Berikut adalah data waktu stasiun pada setiap work station dalam pengerjaan Upper Soft 8 440533-554.

Tabel 4.5 . Data Stasiun Kerja Awal (Belum Diseimbangkan)

No	Stasiun Kerja	Jumlah sel	Elemen Kerja	Waktu Stasiun	Efisiensi Stasiun Kerja	Idle
1	O-1	1	1. Loading + Separate + Coloring Upper	49,75	82,9%	10,28
2	O-2	2	2. a. Skiving Upper	49,67	82,7%	10,36
			b. Skiving Upper	49,67	82,7%	10,36
3	O-3	1	3. Skiving Linning	55,91	93,1%	4,12
4	O-4	2	4. Seam side in/out to collar in/out 40/40 + Tape	29,99	50,0%	30,04
			5. Hammering + Mal Flash Side (MFS) on upper	29,99	50,0%	30,04
5	O-5	1	6. MFS on upper: vamp and backpiece (bp)	30,86	51,4%	29,17
			7. Tapping on tongue bot loop 8mm			
6	O-6	1	8. Tapping on vamp + Fit reinf on upper: side i/o, bp, vamp	57,23	95,3%	2,80
7	O-7	1	9. Fit eyelet panplast on side i/o sp + Pressing +Fit eyelet panplast on side i/o lin + Pressing	56,16	93,6%	3,87
8	O-8	1	10.Zig-zag joint side io on bp 60/60+ Tapping on tongue top 16mm – area box st label danish + Taping on tongue foam	54,17	90,2%	5,86
9	O-9	1	11.Glue and att bp strap on bp under + pressing +Cut bp strap and marking grainside bp str	53,23	88,7%	6,80
10	O-10	1	12.Juki ribbon danish 40/40 + handfolding + glue + att to tongue	54,58	90,9%	5,45
11	O-11	1	13.Glue + att blind joint side io lining + Pressing blind joint side io lining	58,03	96,7%	2,00
12	O-12	1	14.st tongue on vamp 40/40+ St joint side io lining 60/60	57,23	95,3%	2,80
13	O-13	1	15.Seam tongue lining to tongue lining top + Seam tongue to tongue top	56,14	93,5%	3,89
14	O-14	2	16.St heelgrip on side io lining 60/60	50,06	83,4%	9,97
			17.Glue and tape seam tongue	50,06	83,4%	9,97
			18.Hammering on seam tongue to tongue lining top + Hammering on seam tng top			
15	O-15	1	19.Flatlock side io vamp and tongue lining	39,89	66,5%	20,14

Tabel 4.5 . Data Stasiun Kerja Awal (Lanjutan.....)

16	O-16	1	20.Seam tongue on tongue lining	40,27	67,1%	19,76
17	O-17	1	21.Folding on seam tongue + Fit tongue foam on tongue	56,57	94,2%	3,46
18	O-18	1	22.Spray latex on tongue + Clip + Handfolding + att tng on tng lining+ Pressing on tongue edge	56,38	93,9%	3,65
19	O-19	1	23.St tongue edge 40/40	53,46	89,1%	6,57
20	O-20	2	24.a. Seam collar lin + eyelet lining 40/40	30,06	50,1%	29,97
			b. Seam collar lin + eyelet lining 40/40	30,06	50,1%	29,97
21	O-21	1	25.Folding on seam collar + eyelet	57,98	96,6%	2,05
22	O-22	1	26.Glue edge eyelet to sp lining+ Att edge eyelet to sp lining + Hammering	56,76	94,6%	3,27
23	O-23	1	27.Punching on eyelet	55,41	92,3%	4,62
24	O-24	1	28. Blind eyelet on eyelet	53,95	89,9%	6,08
25	O-25	1	29.Glue edge eyelet to sp lining+ Att edge eyelet to sp lining	42,23	70,3%	17,80
26	O-26	2	30.Open lining + glue + att bp strap on sp	37,94	63,2%	22,09
			31. Juki box I bp strap 40/40 + Handfold + Juki box II 40/40	37,94	63,2%	22,09
27	O-27	2	32.a. St bp on side io 40/40	45,18	75,3%	14,85
			b. St bp on side io 40/40	45,18	75,3%	14,85
28	O-28	1	33. Fit stiffener on bp + Pressing	56,73	94,5%	3,30
29	O-29	1	34. Fit collar foam on bp+ Spray latex on collar area	51,97	86,6%	8,06
30	O-30	2	35.Handfold on collar + Fit collar linin on collar	55,52	92,5%	4,51
			36.Hammering on collar + tongue	55,52	92,5%	4,51
31	O-31	3	37.a. St. Box on side io to vamp 40/40	44,00	73,3%	16,03
			b. St. Box on side io to vamp 40/40	44,00	73,3%	16,03
			38. Fit toepuf + Pressing	44,00	73,3%	16,03
32	O-32	1	39. Spray latex on vamp + fit vamp lining	48,26	80,4%	11,77
33	O-33	1	40. St edge upper 40/40	52,86	88,1%	7,17
34	O-34	1	41. Toemolding on vamp	60,03	100,0%	0,00
			42. Hammering overlapping			
35	O-35	1	43. Lacing on eyelet + tongue loop	56,73	94,5%	3,30
36	O-36	1	44. Trimming on edge upper	49,35	82,2%	10,68

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa stasiun pengerjaan Upper Soft 8 440533-554 waktu stasiunnya belum seimbang. Untuk menyeimbangkan lini produksi dibutuhkan nilai waktu siklus sebagai waktu *constraint* yang dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

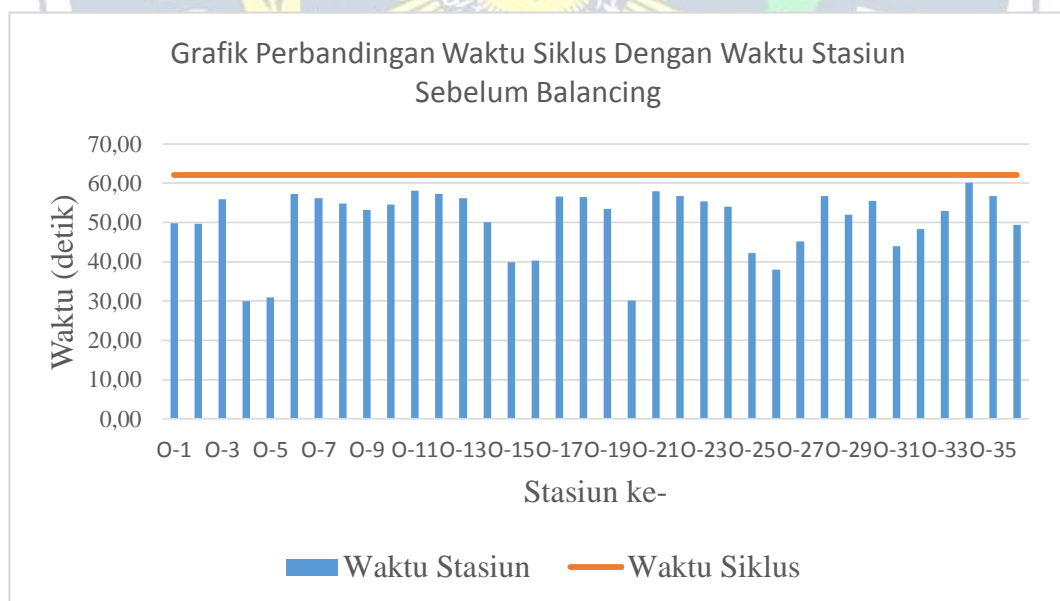
a. Waktu Siklus (*Cycle Time*)

Dari perhitungan diketahui bahwa aktual output tiap shift adalah 406 pairs dan periode waktu produksi yang tersedia per hari sebesar 25200 detik.

$$T_c = \frac{P}{Q}$$

$$= \frac{25200}{406} = 62,07 \text{ detik.}$$

Dengan adanya tanggung jawab untuk memenuhi output yang dijadwalkan, maka dari pihak analis produksi menambah kapasitas pada stasiun-stasiun yang bermasalah dengan menggandakan stasiun kerja (paralel). Keputusan ini perlu dilakukan karena terdapat beberapa stasiun kerja yang memiliki waktu standart melebihi waktu siklus yang telah ditentukan agar laju produksi berjalan lancar. Perbandingan waktu stasiun dengan waktu siklus dalam pengerjaanm Upper Soft 8 dapat dilihat dalam diagram grafik berikut ini.



Gambar 4.3. Grafik Perbandingan Waktu Siklus Dengan Waktu Stasiun Sebelum Balancing

b. Urutan Proses Kerja (*Precedence Diagram*)

Dari data stasiun kerja awal yang telah diketahui di atas, maka langkah selanjutnya adalah membuat urutan proses kerja atau precedence diagram agar lintasan produksi dapat diseimbangkan. Berikut adalah tabel urutan proses dalam pengerjaan Upper soft 8 440533-554.

Tabel 4.6. Precedence Diagram Operasi Pengerjaan Upper soft 8 440533-554

Elemen Kerja	Precedence	Waktu Baku (detik)
1	0	49,75
2	1	99,35
3	0	55,91
4	2	49,42
5	4	10,57
6	0	19,93
7	0	10,93
8	5,6	57,23
9	3,8	56,16
10	9	54,74
11	0	53,23
12	7	54,58
13	0	58,03
14	12,13	57,23
15	14	56,14
16	15	58,39
17	16	21,58
18	17	20,15
19	18	39,89
20	19	40,27
21	20	56,57
22	21	56,38
23	22	53,46
24	10,23	60,12
25	24	57,98
26	25	56,76
27	26	55,41
28	27	53,95
29	28	42,23
30	11,29	18,32

Tabel 4.6. Precedence Diagram Operasi Pengerjaan Upper soft 8 440533-554 (Lanjutan.....)

31	30	57,56
32	31	90,35
33	32	56,73
34	33	51,97
35	34	56,57
36	35	54,48
37	36	123,47
38	37	8,53
39	38	48,26
40	39	52,86
41	40	48,36
42	41	11,67
43	42	56,73
44	43	49,35

c. Menentukan Bobot Posisi

Dari tabel di atas, maka dapat dilakukan penyeimbangan lintasan menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dengan menghitung bobot posisi setiap stasiun kerja berdasarkan jumlah waktu operasi dan operasi-operasi yang mengikutinya. Berikut adalah tabel perhitungan pembobotan elemen kerja pada setiap *work station*.

Tabel 4.7. Pembobotan Posisi Pada Setiap *Work Station* Dengan Metode *Ranked Positional Weight*.

Elemen Kerja	Elemen Sesudahnya	Bobot (detik)
7	12,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1637,23
13	14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1629,75
12	14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1626,31
14	15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1571,72
15	16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1514,49
1	2,4,5,8,9,10,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1488,85
16	17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1458,35
2	4,5,8,9,10,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1439,11
17	18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1399,96
18	19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1378,38
19	20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1358,23

Tabel 4.7. Pembobotan Posisi Pada Setiap *Work Station* Dengan Metode *Ranked Positional Weight*. (Lanjutan....)

3	9,10,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1339,75
4	5,8,9,10,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1329,19
20	21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1318,34
6	8,9,10,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1299,70
5	8,9,10,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1290,34
8	9,10,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1279,77
21	22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1278,06
9	10,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1222,55
22	23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1221,49
10	24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1166,39
23	24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1165,11
24	25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1111,65
25	26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	1051,53
26	27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	993,55
27	28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	936,80
28	29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	881,38
11	30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	838,43
29	30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	827,43
30	31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	785,20
31	32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	766,89
32	33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	709,33
33	34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	618,97
34	35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	562,25
35	36,37,38,39,40,41,42,43,44	510,28
36	37,38,39,40,41,42,43,44	453,71
37	38,39,40,41,42,43,44	399,23
38	39,40,41,42,43,44	275,76
39	40,41,42,43,44	267,23
40	41,42,43,44	218,97
41	42,43,44	166,11
42	43,44	117,75
43	44	106,08
44	0	49,35

d. Hasil Tahap Penyeimbangan Lintasan

Setelah dilakukan pembobotan posisi pada setiap operasi, langkah selanjutnya adalah menentukan komposisi stasiun kerja setelah dibalancing dengan menggunakan metode *Ranked Positional Weight*. Berikut adalah tabel urutannya.

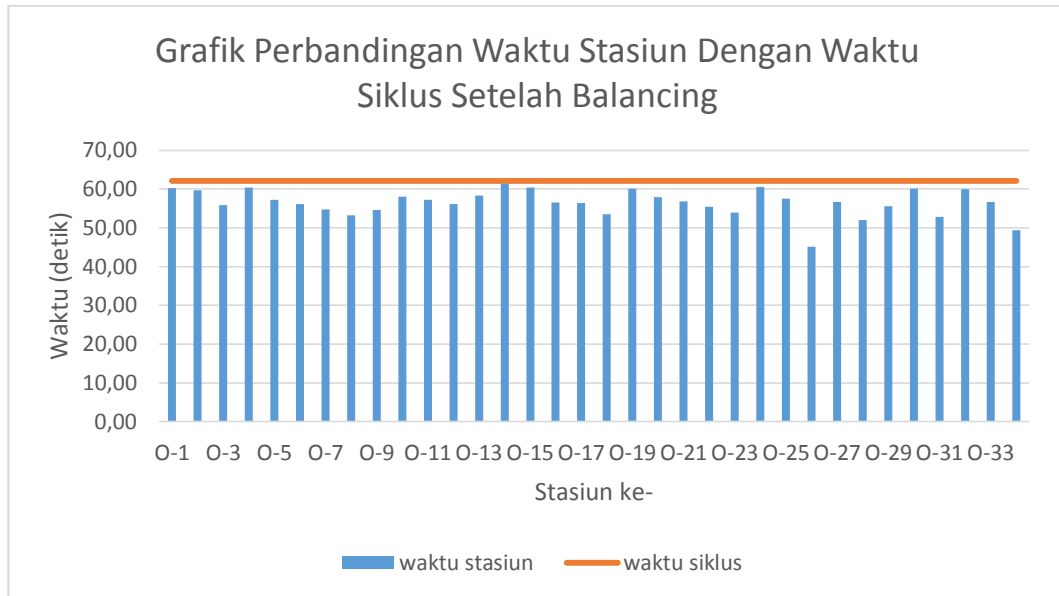
Tabel 4.8 Komposisi Stasiun Kerja Setelah Dibalancing dengan Menggunakan Metode *Ranked Positional Weight*

Stasiun	Jumlah Sel	Elemen	Elemen	Waktu Stasiun
O-1	1	- Loading + Separate + Coloring Upper	1, 2	60,31
		- Hammering + Mal Flash Side (MFS) on upper		
O-2	2	- Skiving Upper	3, 4	59,34
		- MFS on upper: vamp and backpiece (bp)		59,34
O-3	1	- Skiving Lining	5	55,91
O-4	1	- Seam side in/out to collar in/out 40/40 + Tape	6, 7	60,34
		- Tapping on tongue bot loop 8mm		
O-5	1	- Tapping on vamp + Fit reinf on upper: side i/o, bp, vamp	8	57,23
O-6	1	- Fit eyelet panplast on side i/o sp + Pressing + Fit eyelet panplast on side i/o lin + Pressing	9	56,16
O-7	1	- Zig-zag joint side io on bp 60/60+ Tapping on tongue top 16mm – area box st label danish + Taping on tongue foam	10	54,74
O-8	1	- Glue and att bp strap on bp under + pressing + Cut bp strap and marking grainside bp str	11	53,23
O-9	1	- Juki ribbon danish 40/40 + handfolding + glue + att to tongue	12	54,58
O-10	1	- Glue + att blind joint side io lining + Pressing blind joint side io lining	13	58,03
O-11	1	- st tongue on vamp 40/40+ St joint side io lining 60/60	14	57,23
O-12	1	- Seam tongue lining to tongue lining top + Seam tongue to tongue top	15	56,14
O-13	1	- St heelgrip on side io lining 60/60	16	58,39
O-14	1	- Glue and tape seam tongue	17, 18	61,48
		- Flatlock side io vamp and tongue lining		
O-15	1	- Hammering on seam tongue to tongue lining top + Hammering on seam tng top	19, 20	60,43
		- Seam tongue on tongue lining		
O-16	1	- Folding on seam tongue + Fit tongue foam on tongue	21	56,57
O-17	1	- Spray latex on tongue + Clip + Handfolding + att tng on tng lining+ Pressing on tongue edge	22	56,38
O-18	1	- St tongue edge 40/40	23	53,46
O-19	1	- Seam collar lin + eyelet lining 40/40	24	60,12
O-20	1	- Folding on seam collar + eyelet	25	57,98

Tabel 4.8 Komposisi Stasiun Kerja Setelah Dibalancing dengan Menggunakan Metode *Ranked Positional Weight* (Lanjutan....)

O-21	1	- Glue edge eyelet to sp lining+ Att edge eyelet to sp lining + Hammering	26	56,76
O-22	1	- Punching on eyelet	27	55,41
O-23	1	- Blind eyelet on eyelet	28	53,95
O-24	1	- Glue edge eyelet to sp lining+ Att edge eyelet to sp lining	29, 30	60,54
		- Open lining + glue + att bp strap on sp		
O-25	1	- Juki box I bp strap 40/40 + Handfold + Juki box II 40/40	31	57,56
O-26	2	- St bp on side io 40/40	32	45,18 45,18
O-27	1	- Fit stiffener on bp + Pressing	33	56,73
O-28	1	- Fit collar foam on bp+ Spray latex on collar area	34	51,97
O-29	2	- Handfold on collar + Fit collar linin on collar	35, 36	55,53
		- Hammering on collar + tongue		55,53
O-30	3	- St. Box on side io to vamp 40/40	37, 38, 39	60,09
		- Fit toepuf + Pressing		
		- Spray latex on vamp + fit vamp lining		
O-31	1	- St edge upper 40/40	40	52,86
O-32	1	- Toemolding on vamp	41, 42	60,03
		- Hammering overlapping		
O-33	1	- Lacing on eyelet + tongue loop	43	56,73
O-34	1	- Trimming on edge upper	44	49,35

Pada hasil tabel di atas dapat dilihat bahwa setelah dilakukan *line balancing*, lini perakitan artikel Soft 8 (440533-554) mempunyai 34 stasiun kerja. Akan tetapi meskipun sudah dilakukan penyeimbangan, terdapat beberapa operasi yang memiliki waktu stasiun yang lebih besar dari waktu siklus atau waktu constraint yang ada. Agar pemenuhan order sesuai dengan target pengiriman, maka stasiun yang melebihi waktu siklus digandakan (duplikasi sel atau stasiun kerja paralel) sehingga waktu stasiun menurun setengahnya dibawah waktu siklus. Beberapa stasiun kerja yang digandakan adalah O-2, O-26, O-29, O-30 dan O-33. Selain itu juga lintasan tersebut dapat dilakukan pengurangan beberapa operator yaitu pada operasi O-4, O-13, O-19 dan O-25. Sehingga jumlah keseluruhan sel adalah 40. Untuk lebih jelasnya melihat perbandingan waktu stasiun dengan waktu siklus setelah di balancing, maka dapat digambarkan dalam grafik berikut ini :



Gambar 4.4. Grafik Perbandingan Waktu Stasiun Dengan Waktu Siklus Setelah Balancing.

4.5 Analisa Data

4.5.1 Analisa Terhadap Jumlah Stasiun

Dari hasil pembebanan operasi dan penyeimbangan lintasan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa lini perakitan kondisi awal memiliki perubahan dengan lini perakitan setelah dilakukan penyeimbangan yaitu terdapat 36 stasiun kerja yang 8 diantaranya merupakan stasiun paralel dengan jumlah sel sebanyak 45 dan jumlah elemen kerja 44 pada kondisi awal menjadi 34 stasiun kerja yang 4 diantaranya merupakan stasiun paralel dengan jumlah sel sebanyak 40 dan elemen kerja sebanyak 44 setelah diseimbangkan. Dan keduanya terdapat penggabungan operasi dalam stasiun kerjanya. Hal tersebut dikarenakan:

1. Penggabungan elemen kerja *Loading + Separate + Coloring Upper* dengan *Hammering + Mal Flash Side (MFS) on upper* menjadi satu stasiun kerja.
2. Penggabungan elemen kerja *Skiving Upper* dengan *MFS on upper: vamp and backpiece (bp)*, yang sebelumnya terpisah menjadi satu stasiun kerja.
3. Penggabungan elemen kerja *Seam side in/out to collar in/out 40/40 + Tape* dengan *Tapping on tongue bot loop 8mm* menjadi satu stasiun kerja. Sebelumnya elemen *Tapping on tongue bot loop 8mm* dan *MFS on upper: vamp and backpiece (bp)* merupakan sebuah stasiun kerja. Karena kedua

elemen tersebut mengalami penggabungan maka satu stasiun kerja dapat dihilangkan.

4. Penggabungan elemen kerja *Flatlock side io vamp and tongue lining* dengan *Glue and tape seam tongue* menjadi satu stasiun kerja. Elemen *Glue and tape seam tongue* merupakan elemen pada stasiun kerja sebelumnya.
5. Penggabungan elemen kerja *Seam tongue on tongue lining* dengan *Hammering on seam tongue to tongue lining top + Hammering on seam tng top* menjadi satu stasiun kerja. Sebelumnya elemen *Hammering on seam tongue to tongue lining top + Hammering on seam tng top* merupakan satu stasiun dengan elemen *Glue and tape seam tongue* dan *St heelgrip on side io lining 60/60*. Sehingga dapat mengurangi jumlah sel dalam stasiun kerja.
6. Penggabungan elemen kerja *Glue edge eyelet to sp lining + Att edge eyelet to sp lining* dengan elemen *Open lining + glue + att bp strap on sp* yang merupakan elemen pada stasiun selanjutnya. Sehingga dapat mengurangi jumlah sel dalam stasiun kerja.
7. Penggabungan elemen kerja *St. Box on side io to vamp 40/40* dengan *Spray latex on vamp + fit vamp lining* yang merupakan elemen kerja pada stasiun sesudahnya. Sehingga stasiun kerja sesudahnya dapat dihilangkan.

4.5.2 Menentukan Tingkat Pencapaian *Line Efficiency* dan *Balance Delay*

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah menentukan efisiensi tiap-tiap stasiun kerja setelah penyeimbangan lintasan.

Tabel 4.10. Efisiensi Setiap Stasiun Kerja Setelah Balancing

Stasiun Kerja	Jumlah Sel	Elemen Kerja	Waktu Stasiun	Efisiensi Stasiun Kerja	Idle
O-1	1	- Loading + Separate + Coloring Upper	60,31	98,1%	1,17
		- Hammering + Mal Flash Side (MFS) on upper			
O-2	2	- Skiving Upper	59,64	97,0%	1,84
		- MFS on upper: vamp and backpiece (bp)			
O-3	1	- Skiving Lining	55,91	90,9%	5,57
O-4	1	- Seam side in/out to collar in/out 40/40 + Tape	60,34	98,1%	1,14
		- Tapping on tongue bot loop 8mm			

Tabel 4.10. Efisiensi Setiap Stasiun Kerja Setelah Balancing (Lanjutan....)

O-5	1	- Tapping on vamp + Fit reinf on upper: side i/o, bp, vamp	57,23	93,1%	4,25
O-6	1	- Fit eyelet panplast on side i/o sp + Pressing +Fit eyelet panplast on side i/o lin + Pressing	56,16	91,3%	5,32
O-7	1	- Zig-zag joint side io on bp 60/60+ Tapping on tongue top 16mm – area box st label danish + Taping on tongue foam	54,74	89,0%	6,74
O-8	1	- Glue and att bp strap on bp under + pressing +Cut bp strap and marking grainside bp str	53,23	86,6%	8,25
O-9	1	- Juki ribbon danish 40/40 + handfolding + glue + att to tongue	54,58	88,8%	6,9
O-10	1	- Glue + att blind joint side io lining + Pressing blind joint side io lining	58,03	94,4%	3,45
O-11	1	- st tongue on vamp 40/40+ St joint side io lining 60/60	57,23	93,1%	4,25
O-12	1	- Seam tongue lining to tongue lining top + Seam tongue to tongue top	56,14	91,3%	5,34
O-13	1	- St heelgrip on side io lining 60/60	58,39	95,0%	3,09
O-14	1	- Glue and tape seam tongue	61,48	100,0%	0
		- Flatlock side io vamp and tongue lining			
O-15	1	- Hammering on seam tongue to tongue lining top + Hammering on seam tng top	60,43	98,3%	1,05
		- Seam tongue on tongue lining			
O-16	1	- Folding on seam tongue + Fit tongue foam on tongue	56,57	92,0%	4,91
O-17	1	- Spray latex on tongue + Clip + Handfolding + att tng on tng lining+ Pressing on tongue edge	56,38	91,7%	5,1
O-18	1	- St tongue edge 40/40	53,46	87,0%	8,02
O-19	1	- Seam collar lin + eyelet lining 40/40	60,12	97,8%	1,36
O-20	1	- Folding on seam collar + eyelet	57,98	94,3%	3,5
O-21	1	- Glue edge eyelet to sp lining+ Att edge eyelet to sp lining + Hammering	56,76	92,3%	4,72
O-22	1	- Punching on eyelet	55,41	90,1%	6,07
O-23	1	- Blind eyelet on eyelet	53,95	87,8%	7,53
O-24	1	- Glue edge eyelet to sp lining+ Att edge eyelet to sp lining	60,54	98,5%	0,94
		- Open lining + glue + att bp strap on sp			
O-25	1	- Juki box I bp strap 40/40 + Handfold + Juki box II 40/40	57,56	93,6%	3,92
O-26	2	- St bp on side io 40/40	45,18	73,5%	16,3
O-27	1	- Fit stiffener on bp + Pressing	56,73	92,3%	4,75

Tabel 4.10. Efisiensi Setiap Stasiun Kerja Setelah Balancing (Lanjutan....)

O-28	1	- Fit collar foam on bp+ Spray latex on collar area	51,97	84,5%	9,51
O-29	2	- Handfold on collar + Fit collar linin on collar	55,53	90,3%	5,95
		- Hammering on collar + tongue			
O-30	3	- St. Box on side io to vamp 40/40	60,09	97,7%	1,39
		- Fit toepuf + Pressing			
		- Spray latex on vamp + fit vamp lining			
O-31	1	- St edge upper 40/40	52,86	86,0%	8,62
O-32	1	- Toemolding on vamp	60,03	97,6%	1,45
		- Hammering overlapping			
O-33	1	- Lacing on eyelet + tongue loop	56,73	92,3%	4,75
O-34	1	- Trimming on edge upper	49,35	80,3%	12,13

Setelah pembobotan posisi dan penyeimbangan lintasan dilakukan, maka perlu dianalisa perhitungan *balance delay* dan efisiensi lintasan. Berikut ini adalah perhitungannya :

a. *Balance Delay*

$$\sum Tei = 1921,01 \text{ detik}$$

$$BD = \frac{CT.N - \sum_{i=1}^n Tei}{CT.N} \cdot 100\%$$

$$= \frac{(61,48)(34) - 1921,01}{(61,48)(34)} \cdot 100\%$$

$$= 8,1\%$$

b. Efisiensi Lintasan

$$Eff = \frac{\sum_{i=1}^n Tei}{CT.N} \cdot 100\%$$

$$= \frac{1921,01}{(61,48)(34)} \cdot 100\%$$

$$= 91,9\%$$

c. Total Idle Time

$$\text{Total Idle Time} = n \cdot Ws \text{ max} - \sum Tei$$

$$= (34) (61,48) - 1921,01$$

$$= 169,31 \text{ detik}$$

d. Smoothness Index

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^n (WSKmax - WSKi)^2}$$

$$= \sqrt{(1,17)^2 + (1,84)^2 + (5,57)^2 + \dots + (12,13)^2} = 35,16$$

Dari hasil perhitungan tersebut, maka didapatkan perbandingan balance delay dan efisiensi lintasan pada kondisi awal dengan *balance delay* dan efisiensi lintasan setelah diseimbangkan. Berikut adalah perbandingannya:

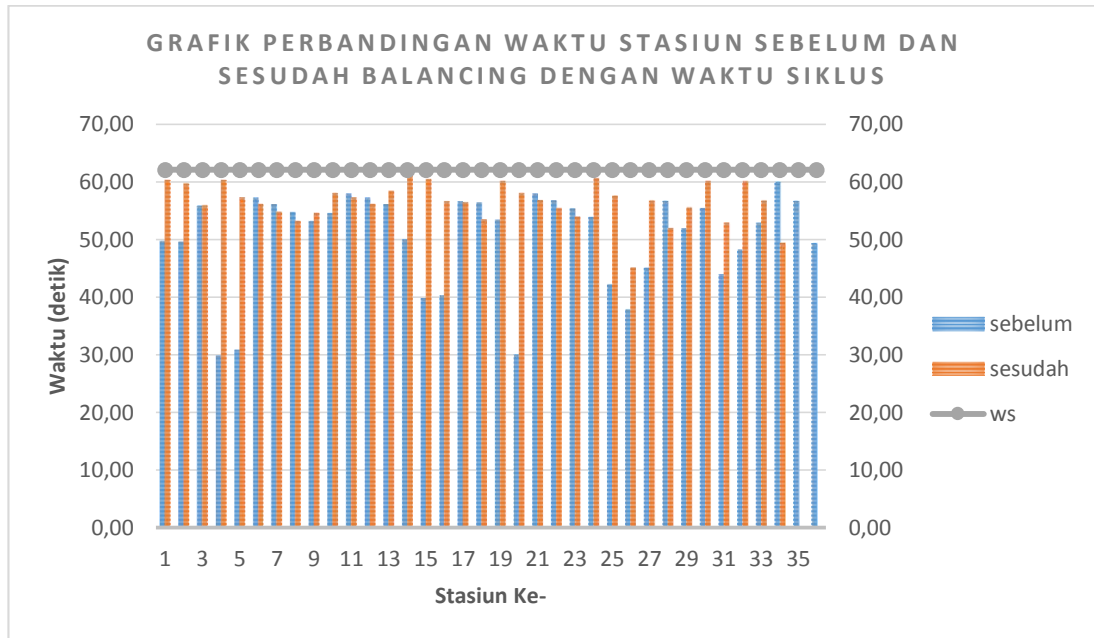
Tabel 4.9. Balance Delay dan Efisiensi Lintasan Pada Kondisi Awal dan Setelah Diseimbangkan

Keterangan	Kondisi Awal	Setelah Balancing
Balance Delay	16,03%	8,1%
Effisiensi Lintasan	83,97%	91,9%
Idle Time	346,52 detik	169,31 detik

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa *balance delay* dari sebelum di seimbangkan dengan sesudah diseimbangkan terlihat menurun dari 16,03% menjadi 8,1% sehingga tidak banyak waktu menganggur yang terbuang yang dapat dianggap sebagai kerugian bagi perusahaan. Secara signifikan maka efisiensi lintasan perakitan bertambah besar dari 83,97% menjadi 91,9%.

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel diatas, diketahui besar efisiensi dari masing-masing stasiun setelah diseimbangkan. Efisiensi stasiun kerja paling rendah adalah 73,5% pada operasi *St bp on side io 40/40*, sedangkan efisiensi stasiun kerja paling tinggi adalah 100% pada operasi *Glue and tape seam tongue* dan *Flatlock side io vamp and tongue lining*. Akan tetapi dengan efisiensi stasiun kerja yang cukup tinggi dapat menjadikan stasiun tersebut merupakan stasiun kerja yang kritis. Oleh karena itu diharapkan untuk mengoptimalkan agar tidak terjadi kemacetan sehingga dapat mempengaruhi penurunan *output*.

Secara singkat perubahan yang terjadi dari sebelum dan sesudah dilakukannya *line balancing* terdapat perbandingan waktu stasiun dengan waktu siklus yang digambarkan dalam grafik berikut ini:



Gambar 4.5. Grafik Perbandingan Waktu Stasiun Sebelum dan Sesudah Balancing dengan Waktu Siklus

Dari gambar di atas dapat dilihat secara lebih jelas perbandingan dan perubahan waktu stasiun sebelum diseimbangkan dengan waktu siklus. Dimana waktu stasiun setelah dibalancing mengalami peningkatan mendekati waktu siklus dan balance delay semakin berkurang. Sehingga laju produksi semakin efisien dan efektif.

4.5.3 Analisa Terhadap Produktivitas

Dengan adanya pengurangan stasiun kerja dari 36 stasiun menjadi 34 stasiun kerja tentu saja mengakibatkan pengurangan jumlah operator dari 45 operator menjadi 40 operator. Sehingga dapat diketahui perhitungan produktivitas sebagai berikut:

Produktivitas pada kondisi awal

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Output yang dihasilkan}}{\text{Input yang digunakan}} \\ &= \frac{58 \text{ pairs} \times 7 \text{ jam}}{45 \text{ operator} \times \frac{7 \text{ jam}}{\text{hari}} \times 26 \text{ hari}} \\ &= 0,048 \text{ pairs/operator} \end{aligned}$$

Produktivitas setelah penyeimbangan

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output yang dihasilkan}}{\text{Input yang digunakan}}$$

$$= \frac{58 \text{ pairs} \times 7 \text{ jam}}{40 \text{ operator} \times \frac{7 \text{ jam}}{\text{hari}} \times 26 \text{ hari}}$$

$$= 0,056 \text{ pairs/operator}$$

Produktivitas pada kondisi awal sebesar 0,048 pairs/jam kerja dan produktivitas setelah diseimbangkan sebesar 0,056 pairs/jam kerja. Hal tersebut menunjukkan bahwa adanya peningkatan produktivitas sebesar 0,008 pairs/operator.



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini akan menjelaskan tentang kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan dan hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas produksi serta hubungannya dengan efisiensi dan produktivitas kerja. Dari penjabaran yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan penyeimbangan lintasan pada lini perakitan Upper Soft 8 (440533-554) dihasilkan reduksi stasiun kerja dari 36 menjadi 34 stasiun kerja. Sehingga ada penghematan pada layout area produksi.
2. Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi lini perakitan setelah dilakukan penyeimbangan lintasan maka diperoleh peningkatan efisiensi sebesar 7,93% dari 83,97% menjadi 91,9%. Dari hasil perhitungan *line balancing*, dapat ditentukan jumlah *balance delay* sebesar 8,1% yang sebelumnya *balance delay* sebesar 16,03%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *balance delay* pada kondisi awal dan sesudah dibalancing mengalami penurunan sebesar 7,93%.
3. Produktivitas pada kondisi awal sebesar 0,048 pairs/opertor dan setelah dilakukan penyeimbangan lintasan menjadi 0,056 pairs/operator. Sehingga terjadi peningkatan produktivitas sebesar 0,008 pairs/operator. Terjadi penurunan jumlah operator, yaitu pada kondisi awal jumlah operator adalah 45 operator dan setelah penyeimbangan lintasan jumlah operator menjadi 40 operator sehingga dapat meningkatkan produktivitas kerja.

3.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan, maka beberapa saran diajukan untuk memperbaiki produktivitas lini perakitan, antara lain:

1. Diperlukan adanya peningkatan kapasitas pada stasiun kerja *St bp on side io* 40/40 agar produktivitas semakin meningkat.

2. Melakukan penyusunan ulang atas stasiun kerja berdasarkan *Line balancing*. Penyusunan yang dilakukan bisa menggunakan metode *line balancing* lain yang dapat menghasilkan efisiensi lintasan yang lebih besar.
3. Memberikan kontrol lebih dan menempatkan operator dengan keterampilan terbaik pada stasiun-stasiun kerja kritis, yaitu pada stasiun kerja O-14 yang terdiri dari elemen kerja *Flatlock side io vamp and tongue lining* dan *Glue and tape seam tongue*.



DAFTAR PUSTAKA

- Ekoanindiyo, F.A dan Helmy, Latif. 2017. *Meningkatkan Efisiensi Lintasan Kerja Menggunakan Metode RPW Dan Killbridge-Western*. Dinamika Teknik Vol.10, No.1, Hal 16-26. Universitas Stikubank, Semarang.
- Gaspersz, Vincent. 2004. *Production Planning And Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II Dan JIT Menuju Manufacturing 21*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Josowidagdo, Landjono dan Primatari, Novira. 2008. *Peningkatan Produksi Dengan Metode Keseimbangan Lini Pada PD Tegas*. Inasea Vol. 9, No.2, hal 114-120.
- Nasution, A.H. 1999. *Perencanaan Dan Pengendalian Persediaan, Cetakan Pertama*. Jakarta: Guna Widya.
- Nasution, A.H dan Prasetyawan, Yudha. 2013. *Perencanaan Dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Purnamasari, Ita dan Cahyana, Atikha Sidhi. 2015. *Line Balancing dengan Metode Rangked Positional Weight (RPW)*. Spektrum Industri Vol. 13, No. 2, hal 115-228.
- Purnomo, Hari. 2004. *Pengantar Teknik Industri, Edisi Kedua*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Salim, K. Hengky, dkk. 2016. *Perancangan Keseimbangan Lintasan Produksi Menggunakan Pendekatan Simulasi Dan metode Ranked Positional Weight*. Jurnal Teknik Industri Vol.11, No.1. Universitas Pelita Harapan, Surabaya.
- Sarma, Tuti. 2014. “*Pengukuran Keseimbangan Lintasan Produksi Keramik Dengan Metode Helgeson Dan Birnie Di PT XYZ*”. Jurnal Teknologi Technoscientia Vol. 7, No. 1, ISSN: 1979-8415.
- Sinulingga, Sukaria. 2009. *Perencanaan Dan Pengendalian Produksi Edisi Pertama*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suhardi, Bambang. 2008. *Perancangan Sistem Kerja Dan Ergonomi Industri Jilid 1*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Syukron, Amin dan Kholil, Muhammad. 2014. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Pengantar Teknik Dan Manajemen Industri Edisi Pertama*. Surabaya: Guna Widya.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2006. *Ergonomi, Studi Gerak Dan Waktu, Edisi Pertama*. Surabaya: Prima Printing.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Hasil Perhitungan Uji Kecukupan Data

work station	Elemen Kerja	$\sum x_i$	\bar{x}	$\sum (x_i)^2$	$(\sum x_i)^2$	s	K	N	N'	Keterangan
O-1	Elemen Kerja 1	1502	50,07	75254	2256004	0,05	2	30	1,15	Cukup
O-2	Elemen Kerja 2	2867	95,57	274085	8219689	0,05	2	30	0,56	Cukup
O-3	Elemen Kerja 3	1688	56,27	95044	2849344	0,05	2	30	1,11	Cukup
O-4	Elemen Kerja 4	1492	49,73	74278	2226064	0,05	2	30	1,64	Cukup
	Elemen Kerja 5	319	10,63	3427	101761	0,05	2	30	16,49	Cukup
O-5	Elemen Kerja 6	575	19,17	11183	330625	0,05	2	30	23,54	Cukup
	Elemen Kerja 7	330	11,00	3660	108900	0,05	2	30	13,22	Cukup
O-6	Elemen Kerja 8	1712	57,07	97788	2930944	0,05	2	30	1,47	Cukup
O-7	Elemen Kerja 9	1635	54,50	89149	2673225	0,05	2	30	0,75	Cukup
O-8	Elemen Kerja 10	1608	53,60	86244	2585664	0,05	2	30	1,02	Cukup
O-9	Elemen Kerja 11	1536	51,20	78738	2359296	0,05	2	30	1,93	Cukup
O-10	Elemen Kerja 12	1648	54,93	90578	2715904	0,05	2	30	0,85	Cukup
O-11	Elemen Kerja 13	1752	58,40	102358	3069504	0,05	2	30	0,64	Cukup
O-12	Elemen Kerja 14	1728	57,60	99580	2985984	0,05	2	30	0,76	Cukup
O-13	Elemen Kerja 15	1695	56,50	95813	2873025	0,05	2	30	0,76	Cukup
O-14	Elemen Kerja 16	1763	58,77	103633	3108169	0,05	2	30	0,42	Cukup
	Elemen Kerja 17	634	21,13	13426	401956	0,05	2	30	3,28	Cukup
	Elemen Kerja 18	592	19,73	11712	350464	0,05	2	30	4,09	Cukup
O-15	Elemen Kerja 19	1172	39,07	45812	1373584	0,05	2	30	0,90	Cukup
O-16	Elemen Kerja 20	1216	40,53	49310	1478656	0,05	2	30	0,70	Cukup
O-17	Elemen Kerja 21	1724	57,47	99098	2972176	0,05	2	30	0,41	Cukup
O-18	Elemen Kerja 22	1627	54,23	88285	2647129	0,05	2	30	0,86	Cukup
O-19	Elemen Kerja 23	1614	53,80	86856	2604996	0,05	2	30	0,42	Cukup
O-20	Elemen Kerja 24	1735	57,83	100373	3010225	0,05	2	30	0,51	Cukup
O-21	Elemen Kerja 25	1688	56,27	95030	2849344	0,05	2	30	0,87	Cukup
O-22	Elemen Kerja 26	1698	56,60	96126	2883204	0,05	2	30	0,32	Cukup
O-23	Elemen Kerja 27	1599	53,30	85261	2556801	0,05	2	30	0,64	Cukup
O-24	Elemen Kerja 28	1629	54,30	88549	2653641	0,05	2	30	1,71	Cukup
O-24	Elemen Kerja 29	1275	42,50	54213	1625625	0,05	2	30	0,75	Cukup
O-26	Elemen Kerja 30	553	18,43	10229	305809	0,05	2	30	5,55	Cukup
	Elemen Kerja 31	1738	57,93	100714	3020644	0,05	2	30	0,41	Cukup
O-27	Elemen Kerja 32	2728	90,93	248114	7441984	0,05	2	30	0,31	Cukup
O-28	Elemen Kerja 33	1637	54,57	89375	2679769	0,05	2	30	0,88	Cukup
O-29	Elemen Kerja 34	1569	52,30	82117	2461761	0,05	2	30	1,14	Cukup
O-30	Elemen Kerja 35	1708	56,93	97268	2917264	0,05	2	30	0,43	Cukup
	Elemen Kerja 36	1645	54,83	90235	2706025	0,05	2	30	0,61	Cukup

Lampiran 1. Tabel Hasil Perhitungan Uji Kecukupan Data (Lanjutan..)

O-31	Elemen Kerja 37	3563	118,77	423241	12694969	0,05	2	30	0,28	Cukup
	Elemen Kerja 38	260	8,67	2278	67600	0,05	2	30	17,51	Cukup
O-32	Elemen Kerja 39	1457	48,57	70843	2122849	0,05	2	30	1,84	Cukup
O-33	Elemen Kerja 40	1553	51,77	80475	2411809	0,05	2	30	1,62	Cukup
O-34	Elemen Kerja 41	1408	46,93	66132	1982464	0,05	2	30	1,21	Cukup
	Elemen Kerja 42	349	11,63	4107	121801	0,05	2	30	18,51	Cukup
O-35	Elemen Kerja 43	1713	57,10	97843	2934369	0,05	2	30	0,50	Cukup
O-36	Elemen Kerja 44	1490	49,67	74038	2220100	0,05	2	30	0,75	Cukup

Lampiran 2. Hasil Test Keseragaman Data

Work Station	Elemen Kerja	SD	BKA	BKB	Keterangan
O-1	Elemen Kerja 1	1,36	52,79	47,34	Seragam
O-2	Elemen Kerja 2	1,81	99,19	91,94	Seragam
O-3	Elemen Kerja 3	1,51	59,28	53,25	Seragam
O-4	Elemen Kerja 4	1,62	52,97	46,50	Seragam
	Elemen Kerja 5	1,10	12,83	8,44	Seragam
O-5	Elemen Kerja 6	2,36	23,90	14,44	Seragam
	Elemen Kerja 7	1,02	13,03	8,97	Seragam
O-6	Elemen Kerja 8	1,76	60,59	53,55	Seragam
O-7	Elemen Kerja 9	1,20	56,89	52,11	Seragam
O-8	Elemen Kerja 10	1,38	56,36	50,84	Seragam
O-9	Elemen Kerja 11	1,81	54,82	47,58	Seragam
O-10	Elemen Kerja 12	1,28	57,50	52,36	Seragam
O-11	Elemen Kerja 13	1,19	60,78	56,02	Seragam
O-12	Elemen Kerja 14	1,28	60,15	55,05	Seragam
O-13	Elemen Kerja 15	1,25	59,01	53,99	Seragam
O-14	Elemen Kerja 16	0,97	60,71	56,82	Seragam
	Elemen Kerja 17	0,97	23,08	19,19	Seragam
	Elemen Kerja 18	1,01	21,76	17,70	Seragam
O-15	Elemen Kerja 19	0,94	40,96	37,18	Seragam
O-16	Elemen Kerja 20	0,86	42,25	38,81	Seragam
O-17	Elemen Kerja 21	0,94	59,34	55,59	Seragam
O-18	Elemen Kerja 22	1,28	56,79	51,68	Seragam
O-19	Elemen Kerja 23	0,89	55,57	52,03	Seragam
O-20	Elemen Kerja 24	1,05	59,94	55,73	Seragam
O-21	Elemen Kerja 25	1,34	58,94	53,59	Seragam
O-22	Elemen Kerja 26	0,81	58,23	54,97	Seragam
O-23	Elemen Kerja 27	1,09	55,48	51,12	Seragam
O-24	Elemen Kerja 28	1,80	57,91	50,69	Seragam

Lampiran 2. Hasil Test Keseragaman Data (Lanjutan...)

O-25	Elemen Kerja 29	0,94	44,38	40,62	Seragam
O-26	Elemen Kerja 30	1,10	20,64	16,22	Seragam
	Elemen Kerja 31	0,94	59,82	56,04	Seragam
O-27	Elemen Kerja 32	1,28	93,50	88,36	Seragam
O-28	Elemen Kerja 33	1,30	57,18	51,96	Seragam
O-29	Elemen Kerja 34	1,42	55,14	49,46	Seragam
O-30	Elemen Kerja 35	0,94	58,82	55,04	Seragam
	Elemen Kerja 36	1,09	57,00	52,66	Seragam
O-31	Elemen Kerja 37	1,61	121,99	115,54	Seragam
	Elemen Kerja 38	0,92	10,51	6,82	Seragam
O-32	Elemen Kerja 39	1,68	51,92	45,22	Seragam
O-33	Elemen Kerja 40	1,68	55,12	48,42	Seragam
O-34	Elemen Kerja 41	1,31	49,56	44,31	Seragam
	Elemen Kerja 42	1,27	14,18	9,09	Seragam
O-35	Elemen Kerja 43	1,03	59,16	55,04	Seragam
O-36	Elemen Kerja 44	1,09	51,85	47,48	Seragam

Lampiran 3. Hasil Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku

Work station	Elemen Kerja	Wn (detik)	All (%)	Wb (detik)
O-1	Elemen Kerja 1	54,07	8%	49,75
O-2	Elemen Kerja 2	107,99	8%	99,35
O-3	Elemen Kerja 3	60,77	8%	55,91
O-4	Elemen Kerja 4	53,71	8%	49,42
	Elemen Kerja 5	11,48	8%	10,57
O-5	Elemen Kerja 6	21,66	8%	19,93
	Elemen Kerja 7	11,88	8%	10,93
O-6	Elemen Kerja 8	62,20	8%	57,23
O-7	Elemen Kerja 9	61,04	8%	56,16
O-8	Elemen Kerja 10	59,50	8%	54,74
O-9	Elemen Kerja 11	57,86	8%	53,23
O-10	Elemen Kerja 12	59,33	8%	54,58
O-11	Elemen Kerja 13	63,07	8%	58,03
O-12	Elemen Kerja 14	62,21	8%	57,23
O-13	Elemen Kerja 15	61,02	8%	56,14
O-14	Elemen Kerja 16	63,47	8%	58,39
	Elemen Kerja 17	23,46	8%	21,58
	Elemen Kerja 18	21,90	8%	20,15
O-15	Elemen Kerja 19	43,36	8%	39,89
O-16	Elemen Kerja 20	43,78	8%	40,27
O-17	Elemen Kerja 21	61,49	8%	56,57

Lampiran 3. Hasil Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku (Lanjutan...)

O-18	Elemen Kerja 22	61,28	8%	56,38
O-19	Elemen Kerja 23	58,10	8%	53,46
O-20	Elemen Kerja 24	65,35	8%	60,12
O-21	Elemen Kerja 25	63,02	8%	57,98
O-22	Elemen Kerja 26	61,69	8%	56,76
O-23	Elemen Kerja 27	60,23	8%	55,41
O-24	Elemen Kerja 28	58,64	8%	53,95
O-25	Elemen Kerja 29	45,90	8%	42,23
O-26	Elemen Kerja 30	19,91	8%	18,32
	Elemen Kerja 31	62,57	8%	57,56
O-27	Elemen Kerja 32	98,21	8%	90,35
O-28	Elemen Kerja 33	61,66	8%	56,73
O-29	Elemen Kerja 34	56,48	8%	51,97
O-30	Elemen Kerja 35	61,49	8%	56,57
	Elemen Kerja 36	59,22	8%	54,48
O-31	Elemen Kerja 37	134,21	8%	123,47
	Elemen Kerja 38	9,27	8%	8,53
O-32	Elemen Kerja 39	52,45	8%	48,26
O-33	Elemen Kerja 40	57,46	8%	52,86
O-34	Elemen Kerja 41	52,57	8%	48,36
	Elemen Kerja 42	12,68	8%	11,67
O-35	Elemen Kerja 43	61,67	8%	56,73
O-36	Elemen Kerja 44	53,64	8%	49,35